

MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

---

# ANNALES

DU

## BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE

DE FRANCE,

PUBLIÉES

PAR E. MASCART,

DIRECTEUR DU BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE.

---

ANNÉE 1879.

I.

ÉTUDE DES ORAGES EN FRANCE

ET

MÉMOIRES DIVERS.

---

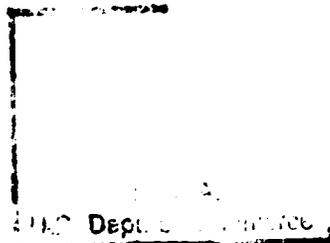
PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,

Quai des Augustins, 55.

1880

989  
.F8  
A56  
année  
1879  
pt. 1



# **National Oceanic and Atmospheric Administration**

## **Environmental Data Rescue Program**

### **ERRATA NOTICE**

One or more conditions of the original document may affect the quality of the image, such as:

Discolored pages

Faded or light ink

Binding intrudes into the text

This document has been imaged through the NOAA Environmental Data Rescue Program. To view the original document, please contact the NOAA Central Library in Silver Spring, MD at (301) 713-2607 x124 or [www.reference@nodc.noaa.gov](mailto:www.reference@nodc.noaa.gov).

Information Manufacturing Corporation  
Imaging Subcontractor  
Rocket Center, West Virginia  
September 14, 1999

# ANNALES

DU

BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE

DE FRANCE.

---

ÉTUDE DES ORAGES EN FRANCE

ET

MÉMOIRES DIVERS.



---

# INTRODUCTION.

---

M. le Président du Conseil a indiqué dans son Rapport annuel, à la séance générale du 1<sup>er</sup> avril 1880, les principales modifications introduites dans les services du Bureau central météorologique ; il me suffira d'ajouter ici quelques détails sur l'état de nos publications.

Les Volumes suivants sont actuellement terminés :

ANNÉE 1878 :

- I. Orages en France (1876 et 1877) et Mémoires divers.
- II. Bulletin des observations françaises et Revue climatologique.
- III. Pluies en France.
- IV. Météorologie générale.

ANNÉE 1879 :

- I. Orages en France (1878) et Mémoires divers.
- IV. Météorologie générale.

L'étude des orages n'a pas encore reçu toutes les améliorations que nous nous proposons d'y apporter. Le Volume publié cette année ne renferme d'ailleurs que les orages de l'année 1878, époque de la création du Bureau, et l'on verra, par la liste des renseignements qui nous sont parvenus, combien il restait encore de lacunes pour que ces observations fussent réparties d'une manière à peu près uniforme sur toute l'étendue de notre pays. Cette extension est nécessaire si l'on veut connaître dans tous leurs détails l'origine, le développement et le caractère des différents orages, l'influence de l'état général de l'atmosphère, des circonstances météorologiques, du relief du sol, etc. Pour mener à bonne fin l'étude d'un phénomène aussi localisé, le concours des Commissions départementales nous est particulièrement indispensable, et l'impulsion nouvelle qu'elles ont donnée à leurs travaux nous promet que les lacunes seront bientôt comblées. D'autre part, M. le Ministre des Postes et Télégraphes a bien voulu prescrire que les perturbations produites sur les lignes télégraphiques et observées dans les bureaux de l'État nous soient communiquées régulièrement. Ces

documents seront très précieux pour déterminer la propagation des orages et pour étudier différentes questions qui se rattachent à l'électricité terrestre ou au magnétisme.

En dehors des travaux exécutés au Bureau central, et au sujet desquels notre responsabilité scientifique est plus étroitement engagée, nous sommes heureux de publier différents Mémoires qui se rattachent à l'objet de nos études.

Le premier Volume de l'année 1878 renfermait déjà un Mémoire très remarquable de M. H. Hildebrandsson sur les phases de la végétation et sur la migration des oiseaux en Suède.

Dans le Volume actuel, M. Flahault a résumé les principaux résultats obtenus par M. H.-W. Arnell et par M. R. Hult sur les phénomènes périodiques de la végétation dans les mêmes contrées. On y verra tout l'intérêt qui s'attache à l'observation des plantes et des animaux. D'après l'avis émis par MM. les délégués des Commissions départementales dans la séance générale du 3 novembre 1878, le Bureau central a fait préparer des Instructions et des cadres destinés à généraliser en France des observations de même nature, et nous pouvons en espérer les meilleurs résultats. Nous avons publié aussi une Note curieuse de M. Zenger, professeur à Prague, sur l'Héliographie. Les conséquences auxquelles arrive l'auteur au point de vue de la prévision du temps peuvent paraître prématurées, mais il y a là des phénomènes nouveaux, au moins très singuliers, dont l'étude mérite d'être continuée.

Le Volume de *Météorologie générale* pour l'année 1879 renferme un Mémoire où M. de Tastes a exposé les idées ingénieuses qu'il avait déjà publiées par fragments, dans différents Recueils scientifiques, sur la circulation générale de l'atmosphère. C'est là le grand problème qui s'impose aux réflexions de tous les météorologistes. On ne peut en espérer la solution définitive que d'une longue suite d'observations sur une grande étendue de la surface du globe; mais la prévision du temps à échéance éloignée présente une telle importance pour la pratique, qu'un guide même imparfait serait un immense progrès. Dans ce même Volume, nous avons placé aussi un travail étendu de M. Borius sur le climat du Sénégal. C'est le résultat d'une longue expérience personnelle et d'observations continuées ensuite par des collaborateurs dévoués à la Science.

Nous continuerons ainsi d'accueillir avec empressement les Mémoires spéciaux que nos correspondants voudront bien nous adresser.

*Le Directeur du Bureau central météorologique,*

**E. MASCART.**

---

# RAPPORT

LU, LE JEUDI 1<sup>er</sup> AVRIL 1889.

À LA DEUXIÈME SÉANCE GÉNÉRALE DU CONSEIL DU BUREAU CENTRAL

PAR LE PRÉSIDENT, *M. G. S. S.*

CONFORMÉMENT À L'ARTICLE 13 DU DÉCRET DU 14 MAI 1878.

MESSIEURS,

Vous avez décidé que la séance générale annuelle du Conseil du Bureau central météorologique aurait lieu pendant la session des Sociétés savantes. Un intervalle de moins de cinq mois nous sépare donc aujourd'hui de notre réunion du 4 novembre 1879.

Le premier Rapport que j'ai eu l'honneur de vous présenter embrassait une période de près de deux années et comportait d'assez longs développements. Il me sera possible aujourd'hui d'être beaucoup plus court.

La rigueur de la saison froide que nous venons de traverser a donné aux études météorologiques un intérêt plus vif que jamais. Je m'étais promis de tracer devant vous le tableau d'ensemble de ce grand hiver. Il eût été intéressant, entre autres choses, de faire connaître les moyens nouveaux à l'aide desquels les ingénieurs ont pu prévenir les débâcles de nos grands fleuves, qui menaçaient d'être plus désastreuses que jamais. Les renseignements nécessaires à cette étude générale ne nous sont pas encore tous parvenus, et je dois en ajourner l'exposé. Je me bornerai, par conséquent, à vous indiquer les principales opérations du Bureau depuis le mois de novembre dernier.

Associés à tous nos efforts, vous devez être tenus au courant de nos moindres travaux; vous me pardonnerez donc les détails, nécessairement assez arides, dans lesquels je vais entrer.

Il a été donné satisfaction à presque tous les vœux émis dans notre dernière réunion. Je n'ai pas à insister sur ce point, qui vous est déjà connu.

*Service des avertissements.* — Le service des avertissements continue de fonctionner avec régularité. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1880, le *Bulletin* publie les observations de 6<sup>h</sup> du soir de l'Algérie, de Constantinople et de toutes les stations d'Europe avec lesquelles le Bureau communique télégraphiquement; il enregistre, en outre, les observations de trois stations nouvelles : Briançon, le Mans et Nancy.

M. le Ministre de l'Instruction publique, qui ne laisse échapper aucune occasion de témoigner de son zèle pour le progrès de l'instruction primaire, a décidé qu'un exemplaire du *Bulletin* serait adressé à chacune des Écoles normales des départements.

*Climatologie.* — Le nombre des observatoires rattachés au Bureau pour le Service de la Climatologie augmente tous les jours. Huit observatoires principaux fonctionnent régulièrement, savoir : Bordeaux, Lyon, Marseille, Nantes, pic du Midi, Puy-de-Dôme, Saint-Maur et Toulouse.

Les observatoires des Écoles normales s'organisent rapidement dans les meilleures conditions. Quarante-six de ces établissements font six observations par jour, et vingt en font trois. Il ne reste plus que quatorze de ces Écoles où le service météorologique ne soit pas régulièrement installé.

Quinze sémaphores et mille vingt stations pluviométriques correspondent directement avec le Bureau.

Enfin il existe, d'autre part, cinquante stations dues à l'initiative des Commissions départementales ou des particuliers. Quelques-unes de ces stations ont une grande importance. On ne saurait assez encourager ces efforts individuels, car les volontaires sont bien souvent les meilleurs serviteurs de la Science. Il vous appartient, Messieurs les Délégués, de découvrir les bonnes volontés, de développer les aptitudes scientifiques et de compléter, avec leur concours, le réseau français des observations météorologiques.

Ces chiffres paraîtront bien satisfaisants, si l'on se rappelle que l'organisation nouvelle de la Météorologie remonte en France à moins de deux années.

*Inspections.* — Depuis notre dernière réunion, M. Renou a inspecté dix-neuf stations fort éloignées de Paris. En outre, une visite a été faite à l'Observatoire du Puy-de-Dôme par l'un des météorologistes du Bureau.

*Vérification des instruments.* — Les vérifications effectuées dans notre laboratoire ont porté, depuis le 4 novembre dernier, sur 557 instruments, savoir : 69 baromètres à mercure, 44 baromètres anéroïdes et 444 thermomètres.

Le Bureau a prêté 212 instruments, répartis de la manière suivante : aux Commissions départementales, 4 baromètres à mercure, 75 thermomètres et 44 pluviomètres; aux Écoles normales, 13 baromètres à mercure, 32 thermomètres et

6 pluviomètres; aux ports et aux consulats, 19 baromètres à mercure, 3 baromètres anéroïdes, 14 thermomètres et 2 pluviomètres.

*Météorologie générale.* — Un certain nombre de stations éloignées ont été organisées en vue des études de Météorologie générale. Des observations sont déjà faites régulièrement dans 11 consulats, savoir : à Trébizonde, à Samsoun, à la Canée, à Bengazi, à Tripoli, à Santa-Cruz de la Palma, à Las Palmas, à Panama, à Fernambouc et à Cumana. Des stations privées ont été organisées par les soins du Bureau : à Saint-Louis de Maranhao (Brésil), à Ismaïlia, à Port-Saïd et à Suez, sur le canal de Suez.

Les Bureaux maritimes de Marseille, du Havre et de Saint-Nazaire fonctionnent dès à présent d'une manière régulière. Ils vérifient les instruments des navires en partance, leur fournissent les instructions et les formules imprimées, et transmettent au Bureau central les registres de bord, remis par les officiers de marine à leur arrivée.

*Publications.* — Le Bureau s'est activement occupé de la publication des relevés pluviométriques, qui lui a été confiée par décision de M. le Ministre des Travaux publics en date du 22 juillet 1879. Le Volume de 1878 est sous presse et paraîtra vers le 15 juin. Le Volume de 1877 est préparé. L'impression commencera en juin. Enfin, le Volume de 1879 est en préparation. Ces Volumes contiendront les chiffres recueillis dans un millier de stations. Les années précédentes comprenaient seulement les résultats de 600 stations.

L'impression des Cartes d'orages et des observations détaillées de 1879 est poussée aussi activement que possible.

Pour faciliter dans les moindres détails nos travaux collectifs, le Bureau a fait imprimer et distribuer aux Commissions départementales les feuilles et Tableaux nécessaires à l'observation des orages, de la pluie, du vent, de l'état du ciel, etc.

L'appel que je vous adressais avec confiance, lors de notre dernière réunion, au sujet des observations des phénomènes périodiques que présentent les plantes et les animaux a été entendu. Plus de six mille exemplaires des instructions relatives à ces observations ont été distribués ou achetés par les Commissions départementales ou par les particuliers. Nous comptons, Messieurs, sur votre dévouement et sur celui de vos amis, pour nous renvoyer ces Tableaux remplis de précieuses observations. Jamais enquête scientifique de ce genre n'a été faite sur une aussi vaste échelle. Si le zèle et la persévérance des observateurs ne se démentent pas; la France possédera la plus belle série d'observations des phénomènes périodiques qui ait jamais été recueillie. Cette œuvre, si utile à la Science et à l'Agriculture, sera digne des Commissions départementales : je ne saurais la recommander assez instamment à toute votre attention.

## RAPPORT DU PRÉSIDENT DU CONSEIL.

*Conférences internationales.* — Conformément à un vœu émis par le Congrès de Rome, une conférence, à laquelle M. Mascart a pris part, a eu lieu à Hambourg du 1<sup>er</sup> au 5 octobre 1879, pour étudier le projet de MM. Wilezek et Weyprecht, relatif aux observations à entreprendre dans les régions polaires. La France, l'Angleterre et d'autres nations maritimes n'ont pas pu prêter à ce projet un concours effectif; mais je conserve la confiance que l'union des Ministères de l'Instruction publique et de la Marine, si féconde pour les grandes observations astronomiques qui se font loin de l'Europe, s'étendra à des expéditions consacrées spécialement à l'étude de la Physique du globe, de la Géographie et de l'Histoire naturelle. Que des observateurs sérieux se présentent résolument, et la République française leur accordera toutes les ressources nécessaires, comme elle le fait sans hésiter pour les entreprises bien conçues et véritablement utiles aux progrès de la Science.

Les régions polaires seront certainement les premières à explorer. Elles ont fourni déjà les plus précieuses observations, et le voyage récent de l'illustre M. Nordenskiöld montre que cette mine de découvertes est à peine entamée.

*Observations magnétiques.* — Je ne devrais peut-être, Messieurs, vous entretenir que de travaux accomplis; mais, en terminant, je n'hésite pas à vous dire que le Bureau se préoccupe très sérieusement des moyens d'organiser en France des observations magnétiques, qui nous font absolument défaut jusqu'à présent. Un physicien aussi distingué que M. Mascart peut seul conduire à bonne fin les études préliminaires de ce projet difficile.

Ainsi que vous pouvez en juger par les détails qui précèdent, l'organisation du Service météorologique français a fait, pendant les quelques mois écoulés depuis notre dernière réunion, des progrès considérables. Le décret du 14 mai 1878 porte les fruits que nous en attendions.

L'organisation des Commissions météorologiques se complète rapidement, et nous constatons avec bonheur que leurs travaux acquièrent de jour en jour une activité plus grande.

Soyez toujours, Messieurs, dans vos départements, les missionnaires de la Science, et, grâce à votre zèle et à votre dévouement, les études météorologiques prendront bientôt en France un développement et une importance en rapport avec leur intérêt scientifique et leur utilité pratique.

HERVÉ MANGON.

**TEXTE.**

---

# ✓ RÉSUMÉ DES ORAGES EN FRANCE

ET

DE L'ÉTAT DE L'ATMOSPHÈRE PENDANT L'ANNÉE 187~~8~~<sup>7</sup>-1879.

PAR M. FRON.

---

## INTRODUCTION.

L'étude des orages de 1878 a été faite à l'aide des documents fournis par les Commissions départementales. On a consulté également les observations des Écoles Normales et de quelques autres stations.

Les Cartes qui y sont jointes ont été construites à l'aide des Cartes partielles tracées dans chaque département. Les lignes transversales menées sur les Cartes indiquent les points qui ont été atteints sensiblement à la même heure. Les flèches représentent le sens général de propagation de l'orage.

Nous avons continué de réunir les diverses journées orageuses en groupes naturels constituant des périodes orageuses et de faire l'étude spéciale des plus importantes de ces périodes. Nous avons également distingué les dépressions barométriques en divers ordres, suivant que le baromètre est plus ou moins bas dans la région centrale. Si le niveau du baromètre au centre est compris entre 710<sup>mm</sup> et 720<sup>mm</sup>, la dépression sera dite de premier ordre; si ce niveau est compris entre 720 et 730, la dépression sera de second ordre; entre 730 et 740, de troisième ordre; puis de quatrième ordre jusqu'à 750, de cinquième ordre jusqu'à 760 et ainsi de suite.

Nous allons examiner successivement chacune des périodes, en commençant par l'hiver, formé, suivant l'usage adopté jusqu'ici, des mois de décembre, janvier et février.

## I. — HIVER 1877-1878.

## Décembre 1877.

Le mois de décembre 1877 a été froid, peu pluvieux et à pression barométrique élevée; aussi les orages sont-ils rares pendant ce mois: ils sont signalés seulement le 1<sup>er</sup>, le 2 et le 6 dans les Basses-Pyrénées, enfin le 7 dans Indre-et-Loire. Les orages du 1<sup>er</sup> et du 2 sont liés à une dépression barométrique de quatrième ordre, qui, apparue le 1<sup>er</sup> en Écosse (744<sup>mm</sup>), se propage vers le Sud-Est et disparaît le 3 en Corse (755<sup>mm</sup>). Le 6, une autre bourrasque de troisième ordre se montre en Irlande et marche vers le Nord-Est; elle amène les orages des 6 et 7.

Le nombre total des jours d'orage a été de quatre, et quatre départements ont été atteints.

## Janvier 1878.

Ce mois est caractérisé par une moyenne barométrique extrêmement élevée, une température basse et une quantité de pluie inférieure à la normale.

Pendant les dix premiers jours, les pressions sont très fortes en Europe, le temps est froid et une seule dépression importante (de quatrième ordre) se montre le 7 au nord de l'Écosse, où les pluies sont considérables et s'étendent à toute la France. Des orages éclatent le 7 dans trois départements. Le 8, le centre de la bourrasque est entre Paris et Bruxelles, les vents soufflent fort d'entre Nord et Est sur les côtes anglaises, les orages s'étendent sur sept départements. Le 9, le centre a passé sur l'Adriatique, un refroidissement considérable a lieu, les orages ont cessé en France.

Pendant la seconde décade, le temps reste beau avec baromètre élevé. Un centre de dépression secondaire peu important, qui se montre le 10 en Belgique, amène des orages dans un seul département (Bouches-du-Rhône).

Au commencement de la troisième décade, le baromètre est encore très haut à Paris, mais il commence à baisser dès le 22, et un cyclone intense qui sévit dans le nord et l'est de l'Europe étend son action jusqu'à nous. Un nouveau cyclone apparaît le 23 vers les îles Feroë, se dirige d'abord vers Stockholm, puis descend au Sud, gagnant l'Algérie. Des orages sont signalés le 23, le 24 et le 25 en France. Le 26, le centre du cyclone atteint la Méditerranée, une forte tempête règne sur cette mer: elle produit ses ravages principalement dans le port de Philippeville.

Le 28, une petite dépression secondaire se forme près de Dunkerque et se dirige vers les Pays-Bas. Des orages éclatent encore ce jour dans un département.

On compte, dans ce mois, sept journées d'orage, et vingt et un départements ont été atteints.

#### Février 1878.

L'ensemble des Cartes de février montre encore la prédominance des fortes pressions barométriques; aussi les orages sont-ils très rares: ils sont signalés seulement le 18, le 19, le 20, le 23 et le 24. Le 19, le baromètre est très haut en France; il atteint 770<sup>mm</sup> dans le golfe de Gascogne, et cependant un orage est constaté en Vendée, lequel continue pendant la nuit du 19 au 20 et dans la journée du 20. C'est un exemple assez remarquable d'orages éclatant en hiver et par un baromètre très élevé.

On compte dans ce mois cinq jours d'orage, et cinq départements ont été atteints.

## II. — PRINTEMPS 1878.

#### Mars 1878.

Pendant ce mois, les fortes pressions barométriques ont encore dominé sur nos côtes occidentales jusqu'au samedi 23. A cette date, un premier cyclone de quatrième ordre, situé le 22 sur la Norvège et le 23 sur la Baltique, envoie un mouvement secondaire vers la France, où des orages éclatent le 23 dans deux départements. Un deuxième cyclone prend naissance le 24 entre Cherbourg et Dunkerque, se propage ensuite vers l'Est, après avoir causé le naufrage du navire *l'Eurydice*, amène des orages dans six départements le 24 et dans onze le 25. Un troisième cyclone apparaît le 27 à l'ouest de l'Espagne et se trouve le 28 vers Saint-Nazaire, le 29 vers Rennes, le 30 vers Bruxelles et le 31 près de Hambourg. Sous son action, le baromètre tombe excessivement bas en France les 28, 29, 30, et des orages sont signalés le 29 et le 30. Ils atteignent vingt-cinq départements le 29 et six dans la journée du 30.

On compte donc, dans ce mois, cinq jours d'orage, et cinquante départements ont été atteints.

#### Avril 1878.

Pendant la première décade, une dépression importante a son centre le 1<sup>er</sup> dans le voisinage de l'Écosse; elle séjourne sur la mer du Nord le 2, et se trouve le 4 près Copenhague, pour remonter le 5 vers les parages de Stockholm. Les orages des quatre premiers jours du mois sont dus à cette bourrasque. Ils sont signalés successivement dans huit, six, un et trois départements. Le 7, de fortes pressions commencent à paraître dans le nord-est de l'Europe; mais en même temps une dépression océanique peu importante se montre dans le

voisinage de nos côtes occidentales. Sous cette influence, une seconde période orageuse a lieu les 8, 9, 10 et atteint successivement deux, six, trois départements.

Dans la deuxième décade, les orages qui éclatent le 11 sur un département et le 12 sur six départements appartiennent à la période précédente. A partir du 13, les dépressions passent au Nord et loin de nous. La température reste très élevée, surtout le 15 et le 16, et les orages continuent chaque jour, atteignant trois départements le 13, quatre le 14, six le 15, vingt le 16, puis treize, quatre et neuf les trois jours suivants.

Dans la troisième décade, une nouvelle période d'orages a lieu du 20 au 27, et un cyclone remarquable traverse toute l'Europe, depuis l'Irlande jusqu'à la mer Noire. Les mouvements orageux sont nombreux en Angleterre, en Belgique, en Italie, en Espagne. C'est à l'un de ces mouvements qu'est due la *galerna* signalée le 20 sur la côte cantabrique, laquelle, sans avoir d'action marquée sur les grands vaisseaux, a amené la mort de plus de cinq cents pêcheurs, dont les barques ont été coulées par ce coup de vent tout à fait local. Le même jour, des orages étaient signalés en France dans dix-sept départements, et les jours suivants dans trois, deux, sept, dix-sept, dix-sept et deux départements. Le 27, aucun orage n'est constaté en France. Les Cartes du 28 et du 29 montrent l'existence de fortes pressions sur l'Europe centrale. Mais le baromètre commence à baisser près de nos côtes occidentales, la température s'y relève rapidement, et les orages qui sévissent d'abord sur un département le 28, sur quatre le 29, atteignent le 30 trente départements. A cette quatrième période d'avril se rattachent les orages des trois premiers jours de mai.

On compte dans ce mois vingt-six jours d'orage, et cent quatre-vingt-quinze départements ont été atteints.

#### Mai 1878.

Pendant la première décade, trois dépressions principales sont à remarquer. La première longe le nord-ouest de l'Angleterre du 2 au 4 et se trouve le 5 vers Pétersbourg. Elle amène les orages signalés déjà à la fin du mois précédent et en outre ceux du 1<sup>er</sup> mai, qui sont très nombreux et atteignent quarante départements.

La deuxième dépression traverse du 6 au 7 le canal de la Manche, et la troisième parcourt en même temps le bassin méditerranéen. Aucun orage n'est signalé le 4, mais une deuxième période orageuse commence le 5 et dure du 5 au 9, atteignant un petit nombre de départements.

Pendant la deuxième décade, la température reste élevée; du 10 au 15, le vent

souffle du Sud et de l'Ouest, et le baromètre est bas : aussi les orages sont-ils nombreux et violents. La dépression la plus remarquable se montre le 10 à l'Ouest de la Corogne et se dirige lentement du Sud au Nord vers l'Écosse, où elle arrive le 16, puis vers la Norvège, qu'elle atteint le 17. Les orages sévissent sur trente-trois départements le onze, trente-quatre le 15, vingt-neuf et vingt-six les 14 et 12.

Pendant la troisième décade, une quatrième période orageuse a lieu du 21 au 25 sous l'action d'une dépression qui est le 23 en Irlande et le 24 sur la mer du Nord. Les orages sont très nombreux, surtout le 24 et le 25. En même temps, une dépression méditerranéenne, partie de Marseille le 25, se dirige le 26 vers Trieste. Sous cette double influence, les orages, nuls le 26, atteignent un grand nombre de départements le 27, le 28 et enfin un petit nombre les 29, 30 et 31.

En résumé, les orages ont éclaté presque tous les jours : on a compté trente journées orageuses, et trois cent soixante-deux départements ont été atteints.

### III. — ÉTÉ 1878.

#### Juin 1878.

*Première période, du 1 au 6.* — Le 1<sup>er</sup> juin, de fortes pressions dominant en France; les orages sont signalés seulement sur deux départements.

Le 2, une dépression de cinquième ordre existe au Sud; les départements atteints sont déjà plus nombreux.

Le 3, les pressions sont uniformes en France, le nombre des orages augmente. Il devient très considérable le 4 (vingt-quatre départements frappés), puis diminue les 5, 6, et le 7 aucun orage n'est signalé.

En résumé, les orages de cette période se sont produits par un baromètre au-dessus de 760<sup>mm</sup> à Paris, des pressions sensiblement uniformes sur l'Europe occidentale avec baisses locales peu accentuées.

*Deuxième période, du 8 au 10.* — Une dépression de cinquième ordre s'étend le 8 de la Gascogne à l'Irlande, devient de quatrième ordre le 9 en atteignant l'Écosse et reste de quatrième ordre en gagnant la Norvège le 10. Ces conditions sont excessivement favorables aux orages : ils sont en effet très nombreux les 8, 9 et 10.

*Troisième période, du 11 au 13.* — Une dépression de quatrième ordre apparaît le 11 en Irlande, est le 12 en Angleterre près de Shields et le 13 en Norvège. Elle est encore accompagnée d'orages très nombreux les 11 et 12, quand nous nous

trouvons dans la région Sud de la dépression, et peu nombreux le 13, quand nous ne sommes plus soumis qu'à l'action de la partie postérieure de la bourrasque.

*Quatrième période, du 13 au 20.* — Les orages sont moins nombreux. Ils sont dus à une dépression de cinquième ordre, dont le centre est en France le 14 et qui se transporte ensuite vers l'Autriche et le Danemark. Quatorze départements sont atteints le 17.

*Cinquième période, du 20 au 27.* — Pendant la troisième décade du mois, le temps est sec, très chaud; des orages éclatent alors dans des conditions tout à fait spéciales, au milieu d'une zone à fortes pressions barométriques.

Le 22, par exemple, quatorze départements sont atteints. Ce jour, le baromètre est haut et uniforme sur presque toute l'Europe. L'atmosphère est calme partout. Toutefois, une dépression légère se forme dans les parages de l'Espagne et de la Gascogne. Les orages éclatent surtout dans le Midi, le Sud-Ouest et l'Ouest. Ils s'étendent à la Belgique et à l'Algérie.

Le 23, la dépression s'est transportée vers les bassins de la Garonne, de la Loire, de la Seine; les orages éclatent sur quarante départements, disséminés sur toute la surface de la France.

Du 24 au 27, les orages continuent par un régime anticyclonique et vent dominant d'entre Nord et Est.

*Sixième période, du 28 au 30.* — La dernière période orageuse du mois est due à une bourrasque de sixième ordre, survenue par le golfe de Gascogne le 28, qui passe au centre de la France le 29 et arrive le 30 au Pas-de-Calais. Les conditions sont toujours éminemment favorables à la production des orages le 28 et le 29; aussi ces météores sont-ils signalés encore par un grand nombre de départements.

En résumé, ce mois a été extrêmement orageux en France; le 7 seul est dépourvu de manifestations électriques. Il y a donc eu vingt-neuf jours d'orage, et trois cent quatre-vingt-cinq départements ont été atteints.

#### Juillet 1878.

Les orages sont moins nombreux, et les périodes bien mieux séparées que pendant le mois précédent.

*Première période, du 1<sup>er</sup> au 3.* — Elle correspond à une dépression ou plutôt à une baisse barométrique très faible, laquelle se propage encore du golfe de Gascogne, où elle est le 1<sup>er</sup>, vers le centre de la France, où elle se trouve le 2, et

vers le Danemark le 3. Les orages sont nombreux les deux premiers jours : ils atteignent trente et un départements le 1<sup>er</sup> et vingt-sept le 2.

*Deuxième période, du 5 au 19.* — Elle correspond à une aire de fortes pressions qui existe sur le sud-ouest de l'Europe. Les orages sont très disséminés, très peu nombreux, sauf le 7 et le 8, où treize et quatorze départements sont frappés.

*Troisième période, du 19 au 31.* — C'est la période orageuse la plus importante de l'année.

Le 20, une dépression extrêmement faible (sixième ordre) a lieu vers Rochefort, et vingt-six départements sont frappés.

Le 21, la dépression, encore de sixième ordre, persiste vers Rochefort, et vingt-six départements sont encore atteints.

Le 22, elle est vers la Gascogne, et le 23 au nord-ouest de l'Irlande. Les manifestations électriques atteignent une grande intensité. Trente-sept départements les signalent le 22 et cinquante-trois départements le 23, journées qui font l'objet d'une étude spéciale. Ces orages entraînent un abaissement de température considérable; les météores électriques diminuent les jours suivants; ils cessent presque complètement à l'approche d'un anticyclone qui passe le 31 sur les îles Britanniques.

Il y a donc eu en juillet vingt-six jours d'orage, et trois cent deux départements ont été atteints.

#### Août 1878.

*Première période, du 1<sup>er</sup> au 3.* — Elle est amenée par une dépression de cinquième ordre, qui apparaît le 1<sup>er</sup> vers Bilbao, s'élargit le 2 vers Biarritz et le 3 s'étale sur toute la France, le minimum barométrique étant situé dans les environs de Clermont. Les orages sévissent le 1<sup>er</sup> sur neuf départements; leur nombre augmente le 2, et ils atteignent vingt-deux départements; le 3 enfin, ils couvrent toute la France. Pendant ce temps, les vents de Nord-Est dominent à Paris et sur tout le versant de la Manche.

*Deuxième période, du 4 au 8.* — Les vents tournent vers le Sud, le 4, sous l'influence d'une faible dépression (cinquième ordre) située au sud de l'Angleterre, laquelle persiste le 5 et le 6 en Irlande et se trouve le 7 en Écosse. Les orages, peu développés le 4, augmentent d'abord le 5 (vingt-neuf départements atteints), puis deviennent extrêmement nombreux le 6, jour où cinquante-cinq départements sont frappés. Cette journée a été étudiée à part.

*Troisième période, du 9 au 12.* — Les orages sont dus à une dépression de sixième ordre, située le 9 au large de Valentia, le 10 sur l'Irlande (cinquième

ordre) et le 11 vers Skudesness (quatrième ordre). Ils atteignent leur maximum d'intensité le jour où la dépression passe au méridien de Paris, et quarante-six départements sont frappés le 10. Cette journée fait l'objet d'un examen spécial.

*Quatrième période, du 14 au 17.* — Les orages accompagnent une dépression de quatrième ordre, située le 15 dans le canal Saint-Georges, le 16 vers Holyhead et le 17 près de Christiania; ils sont nombreux surtout le 16, où ils atteignent vingt-quatre départements.

*Cinquième période, du 18 au 25.* — Une faible dépression de cinquième ordre arrive par le nord de l'Espagne et se trouve le 19 vers Lorient. Les orages atteignent vingt-trois départements le 18, quatorze le 19 et neuf le 20. Une autre la suit et se trouve le 22 en présence de nos côtes occidentales, le 23 vers Scilly, le 24 près du Havre et le 25 en Hollande. Le maximum des orages a lieu le 23, jour où quarante départements sont frappés.

*Sixième période, du 26 au 31.* — Les orages sont encore dus à des dépressions qui se succèdent près des côtes anglaises. La journée la plus importante est celle du 29, jour où quarante-six départements sont atteints. Elle fait l'objet d'une étude spéciale.

En résumé, le mois d'août a été très pluvieux et très orageux. On a compté trente jours d'orage, et quatre cent quatre-vingt-dix-huit départements ont été atteints.

#### IV. — AUTOMNE 1878.

##### Septembre 1878.

Pendant les dix premiers jours, une aire de fortes pressions, située le 2 dans le voisinage de Brest, le 3 vers Paris, le 4 vers Prague, et le 6 vers Pétersbourg, amène en France un baromètre presque constamment haut, une température élevée et un ciel beau avec mer tranquille : les orages sont peu nombreux. La journée la plus remarquable est celle du 9, jour où une dépression de cinquième ordre existe près des Shetland : dix départements sont atteints.

Pendant la deuxième décade, une zone de basses pressions persiste du 15 au 20 dans les régions boréales de l'Europe ; son centre se trouve le 15 vers les Feroë, le 16 vers les Shetland et le 17 en Norvège. Tout ce temps, la France et l'Europe centrale sont protégées par une aire de fortes pressions, analogue à celle de la première décade ; les orages sont extrêmement rares.

Pendant la troisième décade, une dernière journée est remarquable : c'est celle du 23. Les orages sont signalés, en effet, dans treize départements. Ils sont amenés par une bourrasque située le 22 au nord-ouest des Hébrides et qui est précédée par une baisse de 13<sup>mm</sup> à Greencastle. Le lendemain 23, son centre est près d'Édimbourg et une nouvelle baisse de 13<sup>mm</sup> est constatée à Dunkerque. Le 24, le cyclone est en Danemark et il a perdu toute son intensité.

Il y a eu seize jours d'orage et quarante-neuf départements atteints.

#### Octobre 1878.

*Première période, du 5 au 10.* — Du 2 au 6 octobre, une zone de fortes pressions, arrivée par la Bretagne, se transporte vers l'Est et amène une période de beau temps de courte durée. Le 5, en effet, une baisse continue du baromètre, accompagnée d'une surélévation de la température, fait présager un prochain changement de temps. On voit la ligne de pression 760<sup>mm</sup> marcher le 6 et le 7 vers l'Est, et une dépression importante, annoncée le 6, et qui devient de troisième ordre le 7 et le 8, envahit le nord-ouest de l'Europe. Son arrivée est accompagnée d'orages nombreux qui éclatent le 6 dans six départements, le 7 dans trente et un et le 8 dans trente-cinq départements. Cette dépression devient ensuite un vrai cyclone, très nettement délimité sur la Carte du 10 octobre, où il est devenu cyclone de second ordre : les orages éclatent encore ce jour dans dix départements. Les chutes d'eau sont considérables pendant cette période. La Carte des orages du 8 octobre a été étudiée à part.

Les pluies continuent les premiers jours de la deuxième décade. Le 13 apparaît une nouvelle aire de fortes pressions qui, comme la première, se transporte vers l'Est et amène un ciel beau avec temps froid, vents d'Est et absence presque complète d'orages. Dès le 18, le temps se met à l'humide et au doux, ce qui permet d'annoncer l'arrivée prochaine de nouvelles bourrasques.

Le 21 en effet, et cette fois pour le reste du mois, une zone de basses pressions se fixe au nord-ouest de l'Europe et trois cyclones se succèdent dans ces parages. L'arrivée du premier est le signal de l'apparition d'orages qui, comme ceux de la première décade, s'étendent sur un grand nombre de départements. Ils sévissent le 21 surtout sur la ville de Largentière, déjà si éprouvée par les orages du 9. Le torrent de la Ligue monte de 20<sup>m</sup> en une heure, et une inondation ravage les bas quartiers de la ville. Ce jour, des orages sont signalés dans vingt départements. Leur nombre diminue ensuite rapidement.

Il y a eu en tout seize jours d'orage, et cent quarante-six départements ont été atteints.

Novembre 1878.

Ce mois est remarquable par l'absence presque complète de zones à fortes pressions barométriques. Aussi les bourrasques sont nombreuses; elles présentent même un caractère très remarquable: c'est leur fixité. Il semble que le mouvement général de translation qui entraîne l'atmosphère de l'Ouest à l'Est à la surface de l'Europe se soit ralenti pendant certains jours.

Quatre dépressions sont à signaler pendant la première décade, où les orages sont nombreux. La plus importante est le 1<sup>er</sup> sur la Baltique; elle présente le 2 une dépression secondaire vers Florence et celle-ci cause des orages sur cinq départements.

Dans la deuxième décade, la journée la plus orageuse a lieu le 13, jour où six départements sont atteints. Des orages sont signalés d'ailleurs tous les jours du 12 au 17. Ils sont dus à une bourrasque, la plus remarquable présentée jusqu'ici par nos Cartes météorologiques. Cette dépression, apparue le 12 près des îles Scilly, où elle est indiquée seulement par une déformation de la courbe 745<sup>mm</sup>, se transforme de dépression secondaire en dépression principale le 13, acquiert une ampleur et une énergie énormes le 15 et le 16, en restant sensiblement au même point, puis décroît le 17 et disparaît définitivement le 18.

Pendant la troisième décade, les orages reprennent encore, surtout sous l'influence d'une dépression qui sévit du 26 au 28. Cette bourrasque est de quatrième ordre le 27; elle a son centre vers Lorient, s'étend jusqu'au Havre et à Bilbao, et les orages sévissent sur quatorze départements.

Il y a eu en tout vingt-deux jours d'orage et soixante-six départements atteints.

### RÉSUMÉ.

Les divers orages de l'année 1878 ont été résumés dans les deux Tableaux qui suivent: le Tableau I donne le nombre des départements qui ont été atteints pour chacun des jours de l'année météorologique; le Tableau II, le nombre des journées orageuses signalées dans les départements pendant chacun des mois de l'année. Ce dernier Tableau permet de comparer entre elles, au point de vue des orages, les diverses régions de la France.

TABLEAU I. — *Nombre de journées orageuses et nombre de départements atteints chaque jour pendant l'année 1878.*

Dates.	1877.	1878.										
	Déc.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.
1.....	1	0	0	0	8	40	2	31	9	0	1	1
2.....	1	0	0	0	6	6	5	27	22	1	0	5
3.....	0	0	0	0	1	1	7	7	24	0	0	1
4.....	0	0	0	0	3	0	24	0	6	0	0	1
5.....	0	0	0	0	0	14	6	2	29	2	1	2
6.....	1	0	0	0	0	9	4	2	55	2	6	1
7.....	1	3	0	0	0	9	0	13	12	1	31	0
8.....	0	7	0	0	2	6	29	14	3	3	35	4
9.....	0	0	0	0	6	5	20	0	6	10	3	0
10.....	0	1	0	0	3	14	10	1	46	0	10	0
11.....	0	0	0	0	1	33	23	0	4	0	0	3
12.....	0	0	0	0	6	26	29	1	2	0	0	2
13.....	0	0	0	0	3	6	3	9	0	1	1	6
14.....	0	0	0	0	4	29	4	6	6	2	0	2
15.....	0	0	0	0	6	34	5	2	15	0	0	4
16.....	0	0	0	0	20	12	13	0	24	1	0	3
17.....	0	0	0	0	13	2	14	0	3	0	0	1
18.....	0	0	1	0	4	16	13	1	23	0	6	0
19.....	0	0	1	0	9	13	15	6	14	1	0	1
20.....	0	0	1	0	17	3	1	26	9	1	0	1
21.....	0	0	0	0	3	1	2	26	4	0	20	0
22.....	0	0	0	0	2	1	14	37	25	0	11	0
23.....	0	3	1	2	7	5	40	53	40	13	2	0
24.....	0	2	1	6	17	23	14	13	23	3	0	1
25.....	0	4	0	11	17	18	3	6	3	1	8	0
26.....	0	0	0	0	2	1	9	2	13	1	3	4
27.....	0	1	0	0	0	9	12	4	6	0	5	14
28.....	0	0	0	0	1	16	24	2	3	0	0	3
29.....	0	0	»	25	4	1	36	6	46	1	1	4
30.....	0	0	»	6	30	3	4	3	20	2	2	2
31.....	0	0	»	0	»	6	»	2	3	»	0	»

Nombre de départements atteints.

4	21	5	50	195	362	385	302	498	49	146	66
---	----	---	----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	----

Nombre de journées orageuses du mois.

4	7	5	5	26	30	29	26	30	16	16	22
---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

TABLEAU II. — *Nombre de journées orageuses par département en 1878.*

Départements.	1877.	1878.											Année.
	Déc.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	
Ain.....	»	»	»	2	6	5	7	5	14	1	5	1	46
Aisne.....	»	»	»	1	3	4	8	6	6	1	3	»	32
Allier.....	»	»	»	1	5	3	5	6	8	»	5	»	33
Alpes ( Basses- ).....	»	»	»	»	»	»	3	»	2	»	»	»	5

TABLEAU II (suite). — Nombre de journées orageuses par département en 1878.

Départements.	1877.	1878.										Année.	
	Déc.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.		Nov.
Alpes (Hautes-)	»	»	»	»	»	2	6	6	7	1	6	1	29
Alpes-Maritimes	»	»	»	2	2	5	12	5	3	4	5	5	43
Ardèche	»	»	»	1	»	»	»	2	4	»	2	»	9
Ardennes	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Ariège	»	»	»	»	1	5	3	5	3	»	2	»	19
Aube	»	»	»	»	3	8	8	4	11	3	1	2	40
Aude	»	»	»	»	3	2	3	1	4	»	1	»	14
Aveyron	»	»	»	»	»	3	»	»	4	»	»	»	7
Bouches-du-Rhône	»	3	»	2	2	3	3	»	3	1	3	4	24
Calvados	»	1	»	1	1	6	5	2	4	»	»	»	20
Cantal	»	»	»	1	2	2	»	1	7	»	3	1	17
Charente	»	»	»	1	9	9	8	5	8	»	»	»	40
Charente-Inférieure	»	2	»	1	10	7	7	7	14	2	8	7	65
Cher	»	»	»	1	1	2	2	3	3	1	2	»	15
Corrèze	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Corse	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Côte-d'Or	»	»	»	1	1	10	7	7	12	2	3	»	43
Côtes-du-Nord	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Creuse	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Dordogne	»	»	»	»	6	3	4	4	8	»	»	»	25
Doubs	»	»	»	»	1	7	5	7	13	1	1	»	35
Drôme	»	»	»	1	2	3	1	1	2	1	2	1	14
Eure	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	1
Eure-et-Loir	»	»	»	»	8	15	15	13	19	1	3	1	75
Finistère	»	»	»	»	»	»	»	1	1	»	»	»	2
Gard	»	»	»	2	»	2	»	1	4	»	3	»	12
Garonne (Haute-)	»	»	»	1	10	9	6	12	12	»	3	»	53
Gers	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	4	»	4
Gironde	»	1	»	1	»	3	5	5	9	»	4	7	35
Hérault	»	»	1	2	3	5	9	8	11	2	»	1	42
Ile-et-Vilaine	»	»	»	2	1	»	1	2	5	1	»	»	12
Indre	»	»	»	1	5	11	7	9	10	1	2	2	48
Indre-et-Loire	1	»	»	»	14	11	11	9	10	3	3	2	64
Isère	»	»	»	»	1	9	6	4	10	»	3	»	33
Jura	»	2	»	»	1	4	1	4	7	»	3	2	24
Landes	»	2	1	3	2	1	6	8	7	1	3	7	41
Loir-et-Cher	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	1
Loire	»	»	»	»	1	2	6	5	6	»	2	»	22
Loire (Haute-)	»	»	»	1	»	2	7	6	6	»	2	»	24
Loire-Inférieure	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Loiret	»	»	»	»	»	2	4	1	»	»	»	»	7
Lot	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Lot-et-Garonne	»	»	»	»	5	3	5	4	9	»	»	»	26
Lozère	»	»	»	1	»	4	6	5	6	1	3	»	26
Maine-et-Loire	»	1	»	2	6	11	3	6	5	»	»	»	34
Manche	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	1
Marne	»	»	»	»	»	4	3	3	2	»	»	»	12
Marne (Haute-)	»	»	»	1	6	13	7	3	2	2	»	»	34
Mayenne	»	1	»	1	5	7	6	1	9	»	»	»	30

TABLEAU II (suite). — Nombre de journées orageuses par département en 1878.

Départements.	1877.	1878.											Année.
	Déc.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	
Meurthe-et-Moselle.....	»	»	»	1	4	9	12	6	15	4	1	»	52
Meuse.....	»	»	»	1	2	7	6	4	7	1	1	»	29
Morbihan.....	»	»	»	»	»	»	4	1	1	»	»	»	6
Nièvre.....	»	»	»	1	3	4	2	4	8	1	2	1	26
Nord.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	3	»	3
Oise.....	»	»	»	»	»	4	3	3	5	»	1	»	16
Orne.....	»	»	»	»	»	1	2	3	2	»	»	»	8
Pas-de-Calais.....	»	»	»	»	»	»	1	1	5	»	1	»	8
Puy-de-Dôme.....	»	»	»	1	4	3	10	9	10	»	3	»	40
Pyrénées (Basses-).....	3	2	»	1	4	2	7	7	11	»	1	3	41
Pyrénées (Hautes-).....	»	»	»	»	»	»	3	»	2	»	»	»	5
Pyrénées-Orientales.....	»	»	»	»	1	4	7	8	5	1	3	»	29
Rhône.....	»	»	»	1	5	17	14	5	16	2	5	1	66
Saône (Haute-).....	»	»	»	1	3	4	1	2	6	2	»	»	19
Saône-et-Loire.....	»	2	»	»	3	8	4	4	10	1	2	1	35
Sarthe.....	»	»	»	»	2	11	9	7	5	1	»	»	35
Savoie.....	»	»	»	»	»	3	3	2	»	»	»	»	8
Savoie (Haute-).....	»	»	»	1	»	6	6	2	6	»	3	»	24
Seine.....	»	»	»	»	1	7	6	3	9	»	1	1	28
Seine-Inférieure.....	»	1	»	1	3	9	13	5	10	2	3	2	49
Seine-et-Marne.....	»	»	»	»	2	3	7	6	9	»	3	1	31
Seine-et-Oise.....	»	»	»	1	»	1	2	1	2	»	»	1	8
Sèvres (Deux-).....	»	1	»	1	3	5	1	»	»	»	1	»	12
Somme.....	»	»	»	»	»	3	4	2	»	»	2	»	11
Tarn.....	»	»	»	1	2	5	2	2	8	»	3	»	23
Tarn-et-Garonne.....	»	»	»	»	1	1	1	2	4	»	»	»	9
Var.....	»	»	»	1	2	1	4	»	1	1	1	3	14
Vaucluse.....	»	1	»	»	2	6	5	2	7	1	5	2	31
Vendée.....	»	»	3	»	4	4	8	3	12	»	3	2	39
Vienne.....	»	»	»	»	10	8	10	6	6	»	5	2	47
Vienne (Haute-).....	»	»	»	»	»	»	1	1	3	»	»	»	5
Vosges.....	»	»	»	1	1	9	4	4	8	»	»	»	27
Yonne.....	»	1	»	1	5	8	9	7	14	2	3	2	52
Territoire de Belfort.....	»	»	»	»	2	1	2	2	1	»	»	»	8

## TEXTES DES CARTES DES ORAGES DE 1878.

## Orages du 23 juillet matin et soir.

Les orages du 23 juillet peuvent se partager en deux groupes, l'un du matin, l'autre du soir. Une Carte spéciale a été faite pour chacun d'eux.

23 juillet matin (*Voir la Carte A<sub>1</sub>*).

Les orages se propagent d'une manière générale du Sud-Ouest vers le Nord-Est ; ils commencent dans la nuit du 22 au 23 vers les côtes de Gascogne, s'étendent à 1<sup>h</sup> du matin le 23 depuis le département de Lot-et-Garonne jusqu'au département de la Vienne. Vers 5<sup>h</sup> du matin les lignes horaires atteignent le Cantal, la Creuse et l'Indre-et-Loire. Vers 10<sup>h</sup> du matin les orages sévissent à la fois vers Genève, le plateau de Langres, le bassin de Paris ; enfin vers 11<sup>h</sup> ils s'étendent depuis le Jura jusqu'au département de la Seine-Inférieure.

Outre ce groupe principal, quelques groupes moins importants se montrent l'un vers 2<sup>h</sup> du matin dans le département des Vosges, l'autre vers 8<sup>h</sup> et 9<sup>h</sup> du matin en Belgique.

La propagation du principal mouvement orageux du Sud-Ouest au Nord-Est ne se fait pas d'une manière continue. Des modifications sont apportées dans cette marche par les reliefs du sol, et souvent un point élevé peut être considéré comme centre d'un mouvement orageux, lequel se propage en rayonnant tout autour. Dans ce cas, les lignes horaires sont sensiblement concentrées autour du point principal ; ainsi, dans le département du Puy-de-Dôme, trois centres principaux d'orage sont constatés : l'un, vers 2<sup>h</sup> du matin, d'où les orages rayonnent surtout le long de la chaîne des monts d'Auvergne ; un autre, vers Issoire, se manifeste vers 3<sup>h</sup>30<sup>m</sup> du matin ; enfin un dernier, vers 4<sup>h</sup>, commence à Saint-Maurice, au centre du département, d'où les orages gagnent tout le reste de la vallée.

Les isobares trihoraires tracées sur les petites Cartes montrent que ces orages dépendent d'une dépression située sur les îles Britanniques. On voit les hauteurs barométriques diminuer rapidement en marchant du Sud vers le Nord, et les vents soufflent généralement d'entre Sud et Ouest.

23 juillet soir (Voir la Carte A<sub>2</sub>).

Dans la soirée, les orages affectent encore la direction générale du Sud-Ouest au Nord-Est.

Si nous suivons les nuées orageuses à partir de midi dans le Bordelais, nous les voyons arriver, vers 3<sup>h</sup>, au plateau de Gâtine, au mont d'Auvergne et aux Pyrénées, vers 8<sup>h</sup> du soir, au sud de Paris, dans les environs de Lyon, de Gap et d'Avignon.

En même temps un autre groupe traverse la région Nord de la France et la Belgique, se dirigeant vers les Pays-Bas, depuis midi jusqu'à 7<sup>h</sup> du soir.

En outre, des centres orageux se manifestent également dans les régions montagneuses. Ils sont indiqués sur la Carte du Puy-de-Dôme où l'on voit encore trois centres de production d'orages : l'un qui commence vers 2<sup>h</sup>30<sup>m</sup> du soir; l'autre, dans la vallée de l'Ailloux, vers 3<sup>h</sup> du soir; enfin, un dernier vers 4<sup>h</sup> du soir. Des *grêles* désastreuses ont accompagné ces orages. Elles sont figurées sur les deux Cartes par des hachures croisées.

Les pluies amenées par ces orages présentent une disposition très irrégulière. La carte (A<sub>7</sub>) des pluies tombées en vingt-quatre heures et recueillies à 9<sup>h</sup> du matin le 24 montre plusieurs régions sans pluie situées dans la portion basse qui regarde les bassins de la Manche et de l'Atlantique, et aussi sur tout le bassin méditerranéen. Quelques maxima isolés existent dans les montagnes du centre de la France, dans les Ardennes, dans les collines de l'Artois et vers le plateau de Gâtine.

Au lieu d'étudier la pluie du 23 juillet spécialement, on peut prendre la période du 20 au 24. Il est intéressant de voir comment les pluies dues à ces orages se répartissent à la surface du territoire.

La Carte (A<sub>8</sub>) montre plusieurs régions restées sèches. Les principales sont : 1° une portion du bassin de la Seine entre Paris et Rouen, Rambouillet, Pont-de-l'Arche, Elbeuf; 2° les environs de Royan et de la pointe de Grave; 3° toute la région basse du versant méditerranéen et la vallée inférieure du Rhône à partir de Privas; 4° dans les Alpes, les environs de Barcelonnette et d'Allevard.

Parmi les maxima de pluie au-dessus de 50<sup>mm</sup> pour les quatre jours, nous trouvons : 1° les collines de Picardie, du pays de Caux, du Perche; 2° les montagnes du Puy-de-Dôme et les montagnes d'Aubrac; 3° le Morvan, le Jura; 4° les Vosges et les Ardennes. Le maximum de pluie a été de 98<sup>mm</sup> dans les Vosges, au sud de Neufchâteau, et dans les Ardennes, vers le Cateau.

Les courbes de températures réduites au niveau de la mer ont été figurées en haut de la Carte A<sub>2</sub>. Un maximum de température de 36° a lieu vers le Rhône inférieur. Un autre maximum relatif se montre vers 3<sup>h</sup> du soir entre Bordeaux et Toulouse, dans les environs de Lyon et près du Havre. Ils correspondent aux mouvements orageux qui traversent ces régions.

*Cartes fournies par les Commissions départementales.*

Allier . . . . .	MM. DE PONS, Président de la Commission.
Aube . . . . .	SAILLARD, Président de la Commission.
Dordogne . . . . .	LESPIAULT, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.
Eure-et-Loir . . . . .	BAROIS, Président de la Commission.
Gironde . . . . .	LESPIAULT, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.
Isère . . . . .	RACAPÉ, Secrétaire de la Commission.
Loire . . . . .	ROUSSE, Secrétaire de la Commission.
Loire (Haute-) . . . . .	NICOLAS, Inspecteur d'Académie, Président de la Commission.
Lot-et-Garonne . . . . .	LESPIAULT, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.
Lozère . . . . .	l'abbé BOSSE, Secrétaire de la Commission.
Nièvre . . . . .	MOREAU, Président de la Commission.
Puy-de-Dôme . . . . .	ALLEARD, Président de la Commission.
Pyrénées (Basses-) . . . . .	PICHE, Secrétaire de la Commission.
Seine-Inférieure . . . . .	LECHALAS, Président de la Commission.
Seine-et-Marne . . . . .	le Secrétaire de la Commission.
Vienne . . . . .	DE TOUCHIMBERT, Président de la Commission.
Yonne . . . . .	DAVID, Secrétaire de la Commission.

6 août 1878.

Les orages commencent encore à minuit dans le Sud-Ouest. Ils se propagent du Sud-Ouest au Nord-Est jusqu'aux montagnes du plateau central. Les lignes horaires subissent diverses inflexions dues à l'action de ces montagnes, puis les nuées orageuses arrivent vers midi dans le département de l'Yonne et vers 2<sup>h</sup>40<sup>m</sup> dans celui de l'Aube.

A 7<sup>h</sup> du matin une dérivation se produit près des montagnes Noires, et un groupe orageux, marchant du Sud-Ouest au Nord-Est, traverse de 7<sup>h</sup> à 10<sup>h</sup> du matin le département de l'Hérault.

Les grêles sont signalées dans le département de Lot-et-Garonne, dans la Dordogne et dans la Loire.

Dans la soirée les orages éclatent principalement sur la moitié est de la France, de midi à 11<sup>h</sup> du soir; dans le Nord de 1<sup>h</sup> à 11<sup>h</sup> du soir, et vers les côtes de la Manche depuis 2<sup>h</sup> jusque vers 6<sup>h</sup> du soir. Des grêles avec dégâts sont signalées principalement dans le département de l'Ain.

Les petites Cartes tracées en haut de la Carte des orages montrent que, tandis qu'une dépression principale existe vers les îles Britanniques, une dépression secondaire de cinquième ordre (756<sup>mm</sup>) prend naissance à 9<sup>h</sup> du matin vers les Pyrénées, marche vers l'Est, s'étend, vers 3<sup>h</sup> du soir, de Clermont à Perpignan, et vers 9<sup>h</sup> du soir gagne Lyon et Avignon, ayant séjourné principalement sur la région montagneuse du centre de la France.

Les pluies tombées dans la journée du 6 août sont représentées sur la Carte A<sub>9</sub>. Nous avons réuni dans la Carte A<sub>10</sub> les pluies des 5 et 6 août, distribuées encore d'une façon extrêmement irrégulière. Elles sont faibles ou nulles sur les côtes

de la Manche, de l'Océan et de la Méditerranée, sauf en quelques points isolés. Elles sont très fortes, au contraire, sur la région montagneuse du centre de la France, et principalement sur les contre-forts nord-ouest et sud du plateau central.

Au centre se montrent trois minima de pluie : un premier, du mont Dore au Puy-de-Dôme, s'étend vers la Palisse dans l'Allier; un second, qui commence vers Beaulieu et Aurillac, gagne Langeac, la Chaise-Dieu et Duerne; un troisième s'étend à l'ouest d'Albi vers Saint-Affrique.

Entre eux les maxima sont considérables : on recueille 47<sup>mm</sup> d'eau à Brioude, 71<sup>mm</sup> à Murat, 125<sup>mm</sup> à Massillac; plus au sud on trouve 42<sup>mm</sup> à Rodez, 60<sup>mm</sup> à Notre-Dame-des-Neiges, 83<sup>mm</sup> au Puy et 73<sup>mm</sup> à Vienne.

Enfin, sur le versant méditerranéen des montagnes Noires et des Cévennes proprement dites, on recueille 42<sup>mm</sup> à Agde, 71<sup>mm</sup> à Béziers et 270<sup>mm</sup> à Saint-Gervais.

*Cartes fournies par les Commissions départementales.*

Allier.....	MM. DE PONS, Président de la Commission.
Aube.....	SAILLARD, Président de la Commission.
Dordogne.....	LESPIAULT, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.
Eure-et-Loir.....	BYROIS, Président de la Commission.
Gironde.....	LESPIAULT, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.
Hérault.....	AUZILLION, Professeur au Lycée de Montpellier.
Isère.....	RACAPÉ, Secrétaire de la Commission.
Loire.....	ROUSSE, Secrétaire de la Commission.
Lot-et-Garonne.....	LESPIAULT, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.
Lozère.....	l'abbé BOSSE, Secrétaire de la Commission.
Nièvre.....	MOREAU, Président de la Commission.
Pyrénées (Basses-)...	PICHE, Secrétaire de la Commission.
Seine-Inférieure.....	LECHALAS, Président de la Commission.
Yonne.....	DAVID, Secrétaire de la Commission.

**10 août 1878.** (*Voir la Carte A<sub>4</sub>.*)

Les orages ont été nombreux; on peut les partager encore en deux groupes, celui du matin et celui du soir.

Les orages du matin se propagent de l'Ouest à l'Est ou du Sud-Ouest au Nord-Est. Ils commencent vers 3<sup>h</sup> du matin dans la Vendée et en Bretagne. A 6<sup>h</sup> les nuées orageuses passent à la fois sur les départements de la Seine-Inférieure, de la Vienne et de la Dordogne. Vers midi elles se concentrent dans le département du Cher.

Mais à ce moment un autre groupe de nuées orageuses passe également vers Tours, Limoges, Clermont, Aurillac, Toulouse. Une partie du courant se propage vers l'Italie en sévissant sur les départements méditerranéens de 2<sup>h</sup> à 6<sup>h</sup> du soir; une autre gagne les départements de l'Est et la Suisse : elle amène les orages

signalés de 7<sup>h</sup>30<sup>m</sup> à 9<sup>h</sup> du soir à Berne; une dernière, enfin, se continue vers le nord-est de la France, la Belgique, passe vers 3<sup>h</sup> à Beauvais, vers 5<sup>h</sup> à Bruxelles, et atteint vers 7<sup>h</sup> les Pays-Bas.

De nombreuses chutes de foudre sont constatées. La grêle produit des dégâts vers Châteauroux.

Les pluies tombées dans la journée du 10 août sont représentées sur la Carte (A<sub>11</sub>). Nous avons réuni dans la Carte (A<sub>12</sub>) l'eau tombée en chaque point pendant les journées des 9 et 10 août. Les chutes d'eau affectent surtout le nord de la France. Le Midi est sec généralement. Il en est de même sur le plateau central, sauf quelques points isolés. Ainsi, à Notre-Dame-des-Neiges, la pluie est nulle, tandis qu'au Fau, à quelques lieues au nord-ouest, elle s'élève jusqu'à 30<sup>mm</sup>.

Sur le nord de la France les pluies sont générales. Quelques points sont indemnes vers Anzin, au sud de Paris et vers Neufchâteau.

On recueille 42<sup>mm</sup> vers Abbeville, 45<sup>mm</sup> vers Châlons, 38<sup>mm</sup> vers Chaumont, 39<sup>mm</sup> aux Settons, enfin 38<sup>mm</sup> à Lons-le-Saulnier, à Chartres et à Saint-Jean-d'Angely.

*Cartes fournies par les Commissions départementales.*

Allier.....	MM. DE PONS, Président de la Commission.
Aube.....	SAILLARD, Président de la Commission.
Dordogne.....	LESPIAULT, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.
Eure-et-Loir.....	BAROIS, Président de la Commission.
Gironde.....	LESPIAULT, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.
Isère.....	RACAPÉ, Secrétaire de la Commission.
Loire.....	ROUSSE, Secrétaire de la Commission.
Lot-et-Garonne.....	LESPIAULT, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.
Lozère.....	Fabbé BOSSE, Secrétaire de la Commission.
Nièvre.....	MOREAU, Président de la Commission.
Seine-Inférieure.....	LECHALAS, Président de la Commission.
Seine-et-Marne.....	le Secrétaire de la Commission.
Vienne.....	DE TOUCHIMBERT, Président de la Commission.
Yonne.....	DAVID, Secrétaire de la Commission.

**29 août 1878** (*Voir* la Carte A<sub>5</sub>).

Quelques orages isolés se montrent dans la matinée, les uns vers le Cotentin, les côtes de la Manche, les autres prenant en écharpe la France, qu'ils traversent du Sud-Ouest au Nord-Est, depuis la Vendée jusqu'à la Belgique.

Le groupe le plus remarquable commence vers midi et s'étend d'abord depuis les Pyrénées occidentales jusque vers les collines de la Normandie. A 3<sup>h</sup> du soir il traverse toute la France, des Pyrénées centrales aux Ardennes. A 7<sup>h</sup> il s'étend des Pyrénées-Orientales jusqu'au Jura, à 9<sup>h</sup> de Marseille à Genève, et enfin vers 10<sup>h</sup> du soir il quitte la France par le département des Hautes-Alpes.

Les chutes de grêle sont nombreuses; elles sont figurées sur la Carte.

Nous avons réuni les pluies du 29 août sur une Carte spéciale, A<sub>13</sub>, et celles

du 29 et du 30 sur la Carte A<sub>11</sub>. En considérant cette dernière, on voit que les pluies se sont étendues sur toute la France, mais qu'elles ont été distribuées très irrégulièrement.

Un grand nombre d'ilots sans pluie se montrent sur les versants nord-ouest et sud-ouest, dans la région des Pyrénées et dans le Sud-Est.

Les zones pluvieuses sont ainsi réparties :

Une première est vers la Picardie ; on trouve 40<sup>mm</sup> à l'est de Boulogne et de Fécamp. Une seconde zone occupe la région située vers les sources de l'Yonne et de la Seine, où l'on recueille 42<sup>mm</sup> et 37<sup>mm</sup>. Une troisième zone est vers les Corbières orientales (54<sup>mm</sup>). Une quatrième vers les monts de l'Espinous (40<sup>mm</sup>). Une cinquième vers les Alpes Cottiennes (Briançon, 34<sup>mm</sup>; les Aiguilles, 49<sup>mm</sup>; la Bessée, 60<sup>mm</sup>). Une sixième enfin, la plus importante, s'étend vers le Lyonnais et la vallée du Rhône, jusqu'au lac de Genève : on recueille 50<sup>mm</sup> à la Chaise-Dieu et à Lyon, 63<sup>mm</sup> à Vienne, enfin 47<sup>mm</sup> à Evian et 60<sup>mm</sup> à Annémasse.

*Cartes fournies par les Commissions départementales.*

Allier.....	MM. DE POISS, Président de la Commission.
Aube.....	SAILLARD, Président de la Commission.
Dordogne.....	LESPIAULT, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.
Eure-et-Loir.....	BAROTS, Président de la Commission.
Garonne (Haute-)....	SALLES, Président de la Commission.
Gironde.....	LESPIAULT, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.
Lot-et-Garonne.....	LESPIAULT, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.
Lozère.....	l'abbé BOSSE, Secrétaire de la Commission.
Nièvre.....	MOREAU, Président de la Commission.
Puy-de-Dôme.....	ALLUARD, Président de la Commission.
Pyrénées (Basses-)...	PICHE, Secrétaire de la Commission.
Seine-Inférieure.....	LECHALAS, Président de la Commission.
Vienne.....	DE TOUCHIMBERT, Président de la Commission.
Yonne.....	DAVID, Secrétaire de la Commission.

**8 octobre 1878.** (Voir la Carte A<sub>6</sub>.)

Les nuées orageuses se propagent généralement de l'Ouest à l'Est, et les lignes horaires sont orientées sensiblement du Nord au Sud. Les orages commencent vers 11<sup>h</sup> du soir, la nuit du 7 au 8, dans les départements d'Indre-et-Loire, de la Vienne et de la Haute-Vienne; ils arrivent vers 1<sup>h</sup> du matin dans le Loir-et-Cher, le Cher, la Corrèze et vers 3<sup>h</sup> du matin s'étendent à presque toute la France, depuis le département de Seine-et-Oise au nord jusque dans l'Ariège au sud. La propagation se fait ensuite d'une manière régulière à travers les Ardennes, le plateau de Langres, les Cévennes, depuis 3<sup>h</sup> jusqu'à 6<sup>h</sup> du matin. Des pluies torrentielles sont constatées dans les montagnes de la Lozère.

Le groupe orageux atteint ensuite d'un côté le Jura et les Alpes, de l'autre la vallée du Rhône inférieur. Les dernières manifestations ont lieu vers midi dans

les montagnes de la Savoie, de l'Isère et du département des Hautes-Alpes : dans l'Isère une bourrasque d'une violence extrême parcourt le département du Nord-Est au Sud-Ouest en produisant de nombreux dégâts.

Dans la soirée les orages reprennent dans l'Indre-et-Loire et la Vienne, dans le Cantal, les Bouches-du-Rhône et enfin dans le département de Vaucluse, où ils se propagent du Nord-Ouest au Sud-Est, depuis 1<sup>h</sup> jusqu'à 4<sup>h</sup> du soir.

La Carte (A<sub>13</sub>) des pluies tombées en vingt-quatre heures depuis le 8 octobre à 9<sup>h</sup> du matin montre les proportions d'eau amenées par les orages dans les diverses régions de la France. On voit que ces quantités sont très faibles dans l'ouest de la France; toutefois elles atteignent en des points isolés 24 et 41<sup>mm</sup> en Bretagne. Sur la ligne de partage des eaux les quantités de pluie augmentent rapidement : elles surpassent 40<sup>mm</sup> vers les montagnes Noires, 30<sup>mm</sup> dans la partie méridionale des Cévennes, 40<sup>mm</sup> vers les monts du Vivarais, 30<sup>mm</sup> dans le Morvan, les monts de la Côte-d'Or, et 20<sup>mm</sup> au plateau de Langres, enfin elles sont au-dessus de 60<sup>mm</sup> dans quelques points du département des Hautes-Alpes.

Si, au lieu de considérer la Carte particulière des pluies du 8 octobre, nous réunissons les pluies tombées en France pendant la période orageuse du 6 au 10 octobre, nous formons une Carte (A<sub>14</sub>) qui présente un très grand intérêt au point de vue de la distribution générale des pluies chaudes amenées par une même bourrasque orageuse dont le centre, situé d'abord à l'ouest de l'Irlande, s'en rapproche de plus en plus pour s'y installer définitivement.

Quelques points isolés sont dépourvus de pluie : nous en trouvons un dans le Calvados s'étendant de Caen à Sainte-Honorine-du-Fay, et un autre dans les Pyrénées-Orientales, à l'ouest d'Estagel. Un minimum de pluie se montre ensuite dans les environs de Paris et s'étend vers le Sud-Ouest jusqu'à la mer et vers le Nord-Est jusque vers la Belgique. Un autre minimum a lieu vers Toulouse. Trois autres minima existent enfin vers Agen, vers Toulouse et dans les Pyrénées-Orientales.

Une zone de pluie supérieure à 60<sup>mm</sup> se montre ensuite dans le sud-ouest de la Bretagne. Une autre embrasse toute la portion inférieure de la vallée Saône-Rhône à partir de Mâcon, s'étendant sur les montagnes qui bordent cette vallée à l'Ouest et à l'Est. Une dernière région, supérieure également à 60<sup>mm</sup>, existe dans le Morvan.

La pluie dépasse 100<sup>mm</sup> dans la vallée de la Saône, entre Trévoux et Thoissey, et aussi dans la vallée inférieure du Rhône, sur une région qui, commençant à l'Est, depuis Lapalud jusqu'à quelques lieues du delta du Rhône, s'étend à l'Ouest sur toute la région élevée qui comprend les monts du Beaujolais et gagne au Sud les montagnes Noires.

La tranche d'eau est au-dessus de 200<sup>mm</sup> dans les montagnes à l'ouest du Rhône, qui s'étendent depuis la hauteur de Montpezat jusqu'au Vigan.

Enfin elle surpasse 300<sup>m</sup> à Villefort et à Notre-Dame-des-Neiges, entre les sources du Gard et de l'Ardèche : aussi des inondations désastreuses ont lieu sur le cours de ces deux torrents.

*Cartes fournies par les Commissions départementales.*

Allier.....	MM. DE POXS, Président de la Commission.
Eure-et-Loir.....	BAROIS, Président de la Commission.
Hérault.....	AUZILLION, Professeur au Lycée de Montpellier.
Isère.....	RACAPÉ, Secrétaire de la Commission.
Loire.....	ROTSSE, Secrétaire de la Commission.
Lozère.....	l'abbé BOSSE, Secrétaire de la Commission.
Nièvre.....	MOREAU, Président de la Commission.
Puy-de-Dôme.....	ALLARD, Président de la Commission.
Seine-et-Marne.....	le Secrétaire de la Commission.
Vienne.....	DE TOUCHIMBERT, Président de la Commission.
Yonne.....	DAVID, Secrétaire de la Commission.

---

**RAPPORT**  
SUR  
**LES ORAGES DE L'ANNÉE 1878,**  
DANS LE SUD-OUEST DE LA FRANCE,

PAR M. LESPIAULT,

Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

---

Ces orages sont faibles et rares. Un seul nous est signalé dans tout le mois de mars, et encore ne fait-il qu'effleurer notre région. Il arrive du Nord-Ouest, le 24 mars vers 10<sup>h</sup> du soir, sur l'embouchure de la Gironde ; tout le phénomène se borne à quelques coups de tonnerre.

Les 16, 18 et 19 avril, quelques orages insignifiants éclatent sur divers points du Lot-et-Garonne. Le 20 avril, un orage plus intense traverse rapidement le même département entre 5<sup>h</sup> et 6<sup>h</sup> du soir, dans la direction de l'Ouest à l'Est, avec une légère inclinaison vers le Nord ; les nuages marchent avec une extrême rapidité ; le vent arrache beaucoup d'arbres fruitiers, particulièrement dans la vallée du Lot. Aux environs de Villeneuve, il acquiert une telle violence, que des meules de paille et des toitures de métairies sont enlevées et dispersées.

Le 23 avril, à 10<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> du matin, orage sur le canton d'Issigeac (Dordogne), Sud-Ouest à Nord-Est.

Le 30 avril, entre 8<sup>h</sup> et 10<sup>h</sup> du soir, un orage parcourt très lentement, de l'Ouest-Sud-Ouest à l'Est-Nord-Est, les cantons nord du département de Lot-et-Garonne ; pas de grêle.

**Orages de mai.**

Le 1<sup>er</sup> mai à 2<sup>h</sup> du matin et le 10 mai vers 11<sup>h</sup> du soir, des tourbillons orageux venant du Sud-Ouest passent sur les confins nord de notre région, mais ils n'ont

qu'une faible énergie. Le second de ces tourbillons peut cependant être considéré comme ouvrant la première période des vrais orages de l'année. En effet, la journée entière du 11 mai est tellement troublée dans le Lot-et-Garonne et le sud de la Dordogne, que certains observateurs croient distinguer jusqu'à six orages différents. Malgré la confusion qui en résulte dans leurs indications, il est possible de reconnaître dans la perturbation générale de l'atmosphère deux bourrasques successives et distinctes. La première, qui se manifeste de midi à 4<sup>h</sup> du soir, se dirige de l'Ouest-Sud-Ouest à l'Est-Nord-Est. Sans violence sur la partie ouest du département de Lot-et-Garonne, elle prend beaucoup de force sur la partie est. Le vent, faible d'abord, devient ensuite impétueux. Une pluie torrentielle ravine profondément les coteaux des environs de Laplume, d'Astaffort et de Beauville. La grêle tombe en même temps sur quelques communes de la Dordogne et du canton de Lussac (Gironde).

La seconde bourrasque qui se dessine nettement dans cette journée si tourmentée du 11 mai parcourt, entre 8<sup>h</sup> et 11<sup>h</sup> du soir, de l'Ouest à l'Est avec une faible inclinaison vers le Nord, toute la moitié nord du département de Lot-et-Garonne, et quelques cantons des départements voisins. Des nuages à grêle, disséminés dans le tourbillon général et paraissant suivre des routes parallèles, ravagent plus ou moins fortement d'une part le pays qui s'étend entre Saint-Macaire et Monségur, d'autre part les environs de Marmande. Les communes qui nous sont signalées comme particulièrement atteintes sont les suivantes : Saint-Pierre-d'Aurillac, Saint-Martin, Pian-sur-Garonne, Saint-André-du-Bois, Sainte-Foy-la-Longue, Saint-Martial, Saint-Gemme, Saint-Vivien, Castelnaud, Monségur, Virazeil, Birac, Longueville, Gontaud, Saint-Pardoux, Saint-Romain, Laspeyres, Saint-Sardos, etc. La plupart de ces communes sont situées dans la vallée de la Garonne ou dans la vallée secondaire du Dropt.

Cette série orageuse se termine le lendemain 12 mai par quelques coups de tonnerre qui éclatent sur l'Entre-deux-mers.

Nous n'avons plus à signaler pour le mois de mai que deux orages insignifiants.

Le premier est apporté dans la journée du 15 par un tourbillon dirigé de l'Ouest à l'Est. Un filet principal passe sur le Lot-et-Garonne entre 7<sup>h</sup> et 9<sup>h</sup> du soir ; ce filet est précédé d'un nuage de grêle qui exerce quelques ravages sur le canton de Terrasson.

Le second de ces deux orages, venant de l'Ouest comme le précédent, passe le 31 mai, à 3<sup>h</sup> du soir, sur les landes d'Albret.

**Orages de juin.**

Ces orages n'offrant aucune particularité remarquable, il suffit d'en donner la liste :

3 juin, de 6<sup>h</sup> à 7<sup>h</sup> du soir. Direction, Nord-Ouest à Sud-Est. Pluie torrentielle ; les ruisseaux débordent dans les cantons de Laplume et d'Astaffort ; les terres sont ravinées et les prés ensablés. Recrudescence vers 9<sup>h</sup> ou 10<sup>h</sup> du soir.

4 juin, de 8<sup>h</sup> à 11<sup>h</sup> du matin. Ouest à Est ; très lent ; moins intense que celui de la veille, passe à peu près sur les mêmes régions.

8 juin. Les premiers coups de tonnerre éclatent à 5<sup>h</sup> du matin dans la vallée de la Garonne, et les phénomènes électriques persistent toute la journée, avec une recrudescence marquée entre 10<sup>h</sup> et 11<sup>h</sup>. Les dernières poussées se manifestent de 8<sup>h</sup> à 10<sup>h</sup> du soir. Tous les groupes orageux se meuvent très lentement du Sud-Ouest au Nord-Est et paraissent appartenir à un même tourbillon assez étendu.

11 juin. Coups de tonnerre signalés isolément dans la soirée à Damazan (Lot-et-Garonne) et à Anthiac (Dordogne), de l'Ouest et du Sud-Ouest.

22 juin. Groupes disséminés, de directions variables, de 8<sup>h</sup> à 10<sup>h</sup> du soir.

23 juin, 3<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> du soir. Orage isolé au sud de Thiviers (Dordogne), Ouest à Est.

**Orages de juillet.**

Contrairement à ceux du mois précédent, ces orages ont pour la plupart une grande intensité, quelques-uns accompagnés de grêles désastreuses.

Dans la matinée du 1<sup>er</sup> juillet, entre 4<sup>h</sup> et 5<sup>h</sup>, des coups de tonnerre se font entendre sur les cantons de la Réole et de Coutras, mais sans qu'il soit possible de les rattacher à un mouvement d'ensemble. Le soir, au contraire, le phénomène se dessine avec autant de netteté que de violence. L'orage, emporté par un vent impétueux, traverse, entre 3<sup>h</sup> et 4<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>, tout le nord du département de la Dordogne, sur une bande étroite qui court de l'Ouest à l'Est, en inclinant un peu vers le Nord. La partie centrale de cette bande passe sur les cantons de Verteillac, de Brantôme, de Champagnac-Bel-Air et de Thiviers. Ces cantons sont dévastés par une grêle intense qui, dans le canton de Verteillac, frappe particulièrement les communes de Cherval, la Chapelle, Montabourlet, la Four-Blanche, Cereles, etc. L'intensité de la grêle et sa force de projection redoublent dès que la grêle, en arrivant à Champagnac-Bel-Air et à Brantôme, pénètre dans la vallée de la Drôme. Dans cette vallée, ainsi que dans la vallée secondaire de la Colle, les nuages semblent s'étaler sur une plus grande largeur ; les grêlons, jusqu'ici de la grosseur d'une noisette, atteignent le diamètre d'une noix et s'accumulent sur une épaisseur de 0<sup>m</sup>,10 à 0<sup>m</sup>,20. Les communes de Cantillac, Quinsac,

Condat, la Chapelle-Faucher, Saint-Jean-de-Cotte, Saint-Romain, Saint-Pierre, Villars, etc., sont complètement ou partiellement ravagées. Aux points les plus maltraités, il ne reste de feuilles ni sur les arbres ni sur les vignes.

Aux ravages de la grêle s'ajoutent ceux qu'occasionne la violence du vent. A Cantillac, une allée entière de noyers est emportée. L'*arbre géant* de Brantôme, ormeau célèbre de deux cents ans d'âge et 2<sup>m</sup> environ de circonférence, est violemment arraché. Les toits et les cheminées sont enlevés sur le passage de l'ouragan.

Les vingt jours qui suivent sont à peu près calmes. Le 5 juillet, quelques coups de tonnerre éclatent à Coutras. Le 8, des mouvements orageux variables se produisent à partir de midi ; dans le nombre, on peut distinguer, entre 2<sup>h</sup> et 4<sup>h</sup> du soir, une poussée orageuse qui marche du Sud-Ouest au Nord-Est, en sévissant particulièrement sur le canton de Vergt (Dordogne). Enfin, le 21 juillet, un orage isolé éclate entre Libourne et Coutras.

Les journées du 22 et du 23 sont très tourmentées. Dans la première de ces deux journées, il y a lieu de distinguer au moins trois orages différents, tous les trois accompagnés de grêle. Le premier, dirigé du Sud-Ouest au Nord-Est, traverse vers 1<sup>h</sup> du matin la portion de la vallée de la Garonne qui s'étend entre Tonneins et Agen. Dans la vallée de la Séoune (canton de Puymirol), la grêle enlève le tiers de la récolte.

Le second orage parcourt, de l'Ouest-Sud-Ouest à l'Est-Nord-Est, une bande étroite du département de la Dordogne. Partie à 8<sup>h</sup> du matin de Langoiran-sur-Garonne, la tourmente atteint Périgueux à 10<sup>h</sup> et sort à 11<sup>h</sup>30<sup>m</sup> du département de la Dordogne. La grêle tombe entre 9<sup>h</sup>30<sup>m</sup> et 10<sup>h</sup>30<sup>m</sup>. Accompagnée d'un vent très violent, elle exerce des ravages considérables sur les cantons de Mussidan et de Vergt. Les communes particulièrement atteintes sont : Vallereuil, Grignols et Monzac, sur le Vergt, Chalagnac et Blis-et-Born dans la vallée de l'Isle.

Il y a une grande indécision dans la direction du troisième orage de la journée, parce qu'il se développe sur les limites est de la région que nous étudions et qu'il frappe particulièrement surtout les départements voisins, dont les observations ne nous parviennent pas. Toutefois, la marche se dessine, avec grande probabilité, du Sud vers le Nord. Cette marche est lente, et l'orage, parti à 2<sup>h</sup>30<sup>m</sup> de l'après-midi de Fumel, sur le Lot, met quatre heures à remonter à la hauteur d'Excideuil. Des nuages de grêle sont disséminés dans la zone orageuse. Les vignobles renommés de Péricard, Montayral et Saint-Vite, dans la vallée du Lot, sont ravagés. Quelques communes sont atteintes, sur une moindre échelle, dans la vallée de la Dordogne, au sud de Sarlat ; d'autres enfin dans le canton d'Hautefort.

Le 23 juillet amène, comme la journée de la veille, trois orages distincts. Le premier, remarquable par la force et le nombre des coups de tonnerre qui l'accom-

pagnent, éclate vers 1<sup>h</sup> du matin sur les cantons de l'arrondissement d'Agen qui longent la Garonne. Malgré l'indécision qui résulte de l'heure, les observations sont assez concordantes, grâce sans doute à la violence exceptionnelle de l'orage. Il est facile de reconnaître que le tourbillon principal se dirige du Sud-Ouest au Nord-Est; à 2<sup>h</sup>, il a dépassé Villeneuve; à 3<sup>h</sup>, il arrive à la hauteur de Sarlat, et il atteint à 4<sup>h</sup> les cantons d'Excideuil et de Lanouaille. Mais c'est surtout sur la partie du Lot-et-Garonne formée par les cantons de Laplume, de Beauville et d'Astaffort que sévit l'orage. La vallée de l'Auvignon et les coteaux de Laplume ont à souffrir de la grêle. Un filet dérivé paraît se diriger, vers 4<sup>h</sup> du matin, sur le Tarn-et-Garonne.

A la suite de ce violent orage, le temps reste partout fort troublé. Dans cet ensemble assez confus, on peut distinguer, pour la journée du 23, deux mouvements partiels: le premier de l'Ouest à l'Est, entre 7<sup>h</sup> et 8<sup>h</sup> du matin, sur les cantons de Damazan et de Port-Sainte-Marie; le second du Sud-Ouest au Nord-Est, entre midi et 1<sup>h</sup>, sur les cantons de Bazas, de Meilhan et de la Réole.

#### Orages d'août.

Les orages du commencement de ce mois sont, comme ceux du mois de juillet, généralement assez intenses et presque tous accompagnés de grêle.

Le 2 août, indépendamment de quelques coups de tonnerre qui éclatent dans la matinée sur divers points de la Gironde, un orage intense traverse, entre 1<sup>h</sup> et 3<sup>h</sup>30<sup>m</sup> de l'après-midi, toute la moitié sud du département de Lot-et-Garonne. Sa direction est de l'Ouest à l'Est, avec une légère inclinaison vers le Sud. L'intensité et la continuité des coups de tonnerre est extraordinaire. La pluie est torrentielle, mais il ne tombe pas de grêle, ce qui confirme une fois de plus une observation que nous avons déjà faite plusieurs fois: c'est que les orages remarquables par le bruit exceptionnel du tonnerre passaient presque toujours sans grêle, et réciproquement. Sur plusieurs points, l'orage persiste pendant quatre heures; sur d'autres, on peut distinguer une poussée secondaire deux heures après la poussée principale.

Le lendemain 3 août, à la même heure que la veille, un mouvement orageux plus faible se dessine dans le même sens; mais il passe plus au nord, à la hauteur de Langon et de la Réole.

Dans la matinée du 5 août, vers 2<sup>h</sup> et vers 5<sup>h</sup>, des troubles orageux d'allure indécise se manifestent sur divers points du Lot-et-Garonne. Quelques heures plus tard, entre midi et 3<sup>h</sup> du soir, un orage plus intense et plus net traverse, de l'Ouest à l'Est, la partie centrale de notre région. Cet orage, inoffensif sur la presque totalité de son parcours, se transforme en trombe dans la portion de la vallée de

la Dordogne qui s'étend, de l'Ouest à l'Est, entre Castillon et Lamothe-Montravel, sur une longueur de 8<sup>km</sup>. Dans cet intervalle, la trombe dévaste et emporte tout, moissons, vignes, vergers, bois, hangars, meules de paille, toitures, etc. La grêle s'étend jusqu'à Montcarret (canton de Vélignes), enlevant la totalité ou au moins les quatre cinquièmes de la récolte.

Le lendemain 6 août, un orage, porté par un tourbillon d'Ouest, traverse, entre 2<sup>h</sup> et 6<sup>h</sup> du matin, les départements de la Gironde et de la Dordogne, du Sud-Ouest au Nord-Est et presque à la façon d'un orage normal, sauf cependant un peu plus d'indécision dans sa marche et des reprises vers 5<sup>h</sup> ou 7<sup>h</sup> du matin.

Une branche détachée du tourbillon principal prend, dans le sud du Lot-et-Garonne, une direction presque Ouest-Est. Cette branche verse deux coulées de grêle, la première entre Aiguillon et Bourran, sur la partie inférieure de la vallée du Lot, la seconde sur le canton de Puymirol et particulièrement sur la commune de Saint-Maurin. Cette seconde coulée remonte la vallée de la Séoune dans le Tarn-et-Garonne et dévaste les communes de Montjoye, de Brassac, de Castel-Sayrat, etc. D'autres grêles éparses, moins intenses, frappent quelques communes de la Dordogne. A Sainte-Trie (canton d'Excideuil), la foudre tombe sur la croix de l'église et perce le plafond de sept à huit trous ronds comme des trous de balle.

Dans la soirée de ce même jour et dans la matinée du lendemain, des coups de tonnerre éclatent çà et là.

A partir de ce jour, les orages n'offrent plus en général sur notre région aucune intensité. La température reste relativement assez basse, et les phénomènes électriques ne se manifestent plus que rares et faibles.

Le 10 août, entre 5<sup>h</sup> et 7<sup>h</sup> du matin, un orage s'avance, dans la direction du Sud-Ouest au Nord-Est, de la Réole aux limites nord-est de la Dordogne; pas de grêle; reprise légère entre 9<sup>h</sup> et 10<sup>h</sup> du matin.

Dans l'après-midi du 15 août, des grains disséminés courent sur le Lot-et-Garonne.

Le 18 août, un orage plus étendu que les précédents, mais sans grêle, traverse toute la région, de l'Ouest-Sud-Ouest à l'Est-Nord-Est. Son allure est extrêmement rapide; il atteint son maximum sur Bordeaux vers 5<sup>h</sup> du soir, sur Périgueux à 7<sup>h</sup>.

Le 22 août, un autre orage, de même direction que le précédent et comme lui très rapide, verse la dernière grêle de l'année sur quelques communes du Lot-et-Garonne, particulièrement à Buzet, Damazan, Aiguillon, c'est-à-dire à la jonction des vallées de la Garonne, du Lot et de la Baïse. Une grêle assez forte, peut-être portée par les mêmes nuages, frappe aussi les communes de Monsempron, Montayral, etc., sur la limite du Lot et du Lot-et-Garonne. Cette dernière grêle, qui ne touche que quelques points de la région représentée sur nos Cartes, prend, au dire de quelques-uns de nos correspondants, beaucoup plus d'intensité sur les départements voisins et ravage toute la vallée du Lot jusqu'à Cahors.

Le 24 août, quelques coups de tonnerre se font entendre vers 10<sup>h</sup> du soir sur le canton de Sigoulès (Dordogne).

Enfin, le 29 août, entre 10<sup>h</sup> du matin et 2<sup>h</sup> du soir, des filets disséminés, mais sans direction d'ensemble bien nettement dessinée, se répandent sur toute la région.

#### Orages des quatre derniers mois.

Avec le mois d'août les orages disparaissent, pour ainsi dire. Nos correspondants ne nous transmettent plus rien, à l'exception de quelques annonces d'éclairs ou de coups de tonnerre accompagnant des tourbillons qui prennent de plus en plus les allures de bourrasques d'hiver et qui sont signalés surtout par les gardiens des phares du littoral. Il suffit de donner la nomenclature de ces phénomènes, dont l'annonce nous est parvenue en retard et qui n'ont donné lieu à la construction d'aucune Carte :

- 6 octobre, 8<sup>h</sup> soir, Sud-Ouest à Nord-Est (Coutras, Verdon).
- 7 octobre, 7<sup>h</sup> soir, Sud à Nord (Hourtin).
- 8 octobre, 1<sup>h</sup> soir, Ouest à Est (Verdon).
- 10 octobre, 7<sup>h</sup> matin, 10<sup>h</sup>, 3<sup>h</sup> soir, Ouest à Est (Verdon).
- 2 novembre, 1<sup>h</sup> soir, Ouest à Est (Coutras, phares de l'embouchure).
- 3 novembre, 6<sup>h</sup> soir, Ouest à Est (Hourtin).
- 4 novembre, 7<sup>h</sup> soir, Nord-Ouest à Sud-Est (Hourtin).
- 6 novembre, 4<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> matin, Nord-Ouest à Sud-Est (Hourtin).
- 13 novembre (soirée), Nord-Ouest à Sud-Est (Hourtin, Verdon).
- 15 novembre, 9<sup>h</sup> matin, Nord-Est à Sud-Est (Hourtin).

Nous ne terminerons pas ce Rapport sans faire observer qu'une étude attentive de ceux des orages de l'année 1878 qui ont été accompagnés de grêle permet de confirmer et d'étendre les conclusions auxquelles nous avait déjà conduits l'examen détaillé des grands orages de 1874, relativement à l'influence des *reliefs du sol* sur la *chute de la grêle*.

On sait que la production des orages est presque toujours accompagnée de l'existence d'une dépression atmosphérique assez restreinte et peu profonde. C'est dans la partie moyenne de la région dangereuse que se développe la bande orageuse. Les orages qui traversent la Gironde, par exemple, appartiennent généralement à de petits cyclones dont le centre est situé sur le Poitou, la Vendée ou la Bretagne. Il résulte de ce fait que la région atteinte par l'orage est distribuée le long d'un arc de cercle plus ou moins étendu et d'un rayon assez grand pour que la trajectoire du météore soit sensiblement rectiligne dans la largeur d'un département.

C'est dans l'intérieur de cet anneau que se meuvent les nuages de grêle, et leur route se dessine ordinairement sur la Carte générale d'un pays par une bande

plus ou moins courbée en arc de cercle, presque toujours assez étroite, mais dont la longueur dépasse souvent 30 ou 40 lieues. Il suit de là que, si sur une Carte départementale on se borne à marquer d'un point noir chacune des communes grêlées, la région atteinte semble généralement comprise entre deux bords parallèles droits ou presque droits dont la position est mathématiquement liée à celle d'un centre de dépression très éloigné.

Ces parallèles traversent indifféremment plateaux et vallées, et il semble par conséquent, au premier abord, que les reliefs du sol ne doivent avoir aucune influence sur la distribution du fléau. En outre, le centre de dépression pouvant se former partout, on serait tenté de croire que tous les points d'une même région sont également exposés à la grêle.

Telle n'est pas cependant l'opinion des observateurs les plus intéressés, c'est-à-dire des agriculteurs. Ils s'accordent à reconnaître que telle contrée est absolument indemne, que telle autre est constamment ravagée ; que, dans un département, un canton donné, la grêle suit presque toujours certaines routes déterminées, du moins pendant une longue série d'années ; qu'enfin tel ou tel coteau, telle ou telle forêt semblent jouir du privilège de diviser les orages et de protéger les champs qui s'étendent en arrière.

Ce n'est que par une étude approfondie des bulletins d'orage et par un tracé qui multiplie autant que possible sur les Cartes les points noirs en raison de l'intensité des ravages, que l'on peut se rendre compte des causes de cette discordance. On reconnaît alors que, dans le tourbillon orageux qui les porte, les nuages de grêle occupent généralement une zone assez étendue pour que leur courant ne puisse être détourné dans son ensemble de sa direction générale par les reliefs du sol, mais qu'en revanche ces reliefs ont une influence énorme sur la marche des divers filets de nuages dans l'intérieur de la zone, influence d'où résultent les particularités et les contradictions apparentes qui ont été rappelées plus haut.

La comparaison attentive et détaillée des observations montre que, toutes choses égales d'ailleurs, *les vallées sont plus souvent et plus fortement* atteintes par la grêle que les coteaux et les plateaux voisins, comme si une certaine profondeur du sol au-dessous des nuages était nécessaire ou tout au moins très favorable à la complète formation et à la chute des grêlons. Cette comparaison montre aussi que les nuages de grêle ont une tendance marquée à *suivre les directions des vallées* qu'ils rencontrent sur leur route, mais qu'ils n'éprouvent par là qu'une déviation momentanée, à la suite de laquelle ils se trouvent entraînés de nouveau dans la direction générale du tourbillon.

Par exemple, une vallée se trouve-t-elle placée dans l'axe de la zone à grêle ou simplement peu inclinée sur cet axe, les nuages à grêle semblent s'engouffrer dans cette vallée comme des feuilles mortes poussées par le vent dans les fossés

d'une route. Se rencontre-t-il un éperon qui subdivise la vallée, l'orage se subdivise aussi, la zone atteinte s'élargit et les deux vallons secondaires sont ravagés à leur tour, du moins dans toute l'étendue qui se trouve dans l'intérieur de cette zone.

C'est ainsi que j'ai expliqué, dans l'*Atlas météorologique de 1876*, les effets des grands orages de mai et juin 1874. L'orage du 19 juin, dirigé de l'Ouest à l'Est, ravagea surtout la portion de la vallée de la Dordogne qui se trouvait sur son trajet et dans sa direction, du canton de Branne à Castillon et à Vélines. L'orage du lendemain, dirigé du Sud-Ouest au Nord-Est, sur deux branches parallèles, écrasa d'une part la vallée de la Vézère, dirigée ainsi du Sud-Ouest au Nord-Est, de l'autre une bande traversant le Lot-et-Garonne dans la même direction et formant comme un énorme fossé composé de la vallée de la Gelise, d'une portion de la vallée du Lot et des affluents de la Garonne qui semblent prolonger ces deux vallées. Cette même bande de terrain avait déjà été frappée identiquement de la même manière et à peu près sur la même étendue le 6 juin 1864, le 20 mai 1872 et le 22 mai 1874, sans compter beaucoup d'autres désastres analogues dont le souvenir n'était conservé que par tradition antérieurement à l'étude systématique des nuages.

L'étude des orages de 1878 montre que cette influence considérable des vallées situées dans la direction de la zone grêlée se retrouve, bien qu'à un moindre degré, dans les vallées transversales. Lorsque les nuages viennent à passer au-dessus de ces vallées, ils paraissent avoir une tendance à s'abaisser, à s'épancher pour ainsi dire des deux côtés de la zone, de sorte que cette zone est plus large dans la vallée que sur les plateaux, que les ravages sont plus considérables, et qu'enfin les observateurs locaux se trompent souvent sur la direction même du fléau et se persuadent que la grêle a tout simplement descendu ou remonté la vallée qu'ils habitent.

Si nous revenons en effet aux cinq principaux orages à grêle de 1878 dans notre région, nous voyons l'orage du 1<sup>er</sup> juillet, après avoir exercé des ravages relativement modérés sur le canton de Verteillac, écraser absolument les portions des vallées de la Dronne et de la Colle qui se trouvent sur sa route.

L'orage du 22 juillet n'atteint guère que des communes situées sur le Vergt et sur l'Isle.

L'orage du 5 août n'exerce que des ravages très restreints; mais ces ravages sont exceptionnels sur cette même portion de la vallée de la Dordogne qui avait été si fortement frappée en 1874 et qui s'étend entre Castillon et Vélines.

L'orage du 6 août n'apporte que deux bandes de grêle, l'une sur la vallée du Lot, l'autre sur la vallée de la Séoune.

Enfin l'orage du 22 août n'est signalé comme désastreux que sur deux points: d'une part le confluent de la Garonne, du Lot et de la Baise; d'autre part la portion de la vallée du Lot qui s'étend entre Fumel et Cahors.

#### A.32 ORAGES DE L'ANNÉE 1878 DANS LE SUD-OUEST DE LA FRANCE.

On voit donc que les observations de 1878 confirment et précisent celles qui ont été faites dans les années précédentes, particulièrement en 1874. Nous nous bornons à ajouter qu'on pourrait donner une image physique de la répartition de la grêle sur les coteaux et les vallées qui se trouvent sur le parcours des nuages en répandant une trainée régulière de sable sur un sol raboteux. Cette trainée figure le phénomène tel qu'il se présente sur les Cartes, où l'on se borne à marquer d'un point noir chacune des communes atteintes. Mais, si l'on veut voir le phénomène tel qu'il est en réalité, il faut passer la main le long de cette bande, de manière à faire entrer la plus grande partie des grains de sable dans les ornières. On aura ainsi une représentation approchée des ravages occasionnés par la grêle.



---

# RAPPORT

sur

## LES ORAGES DE L'ANNÉE 1878,

DANS LE DÉPARTEMENT DE L'ALLIER,

PAR M. A. DE PONS,

Président de la Commission météorologique.

---

La Commission météorologique a fait parvenir au Bureau central les Cartes de chacun des orages de 1878, en les accompagnant de Notices qui paraissent devoir être résumées ici dans un travail d'ensemble.

Trenté-trois Cartes ont été dressées, savoir : en mars, une, le 29; en avril, cinq, les 10, 17, 25 et 30; en mai, trois, les 5, 11 et 15; en juin, cinq, les 9, 11, 12, 23 et 28; en juillet, six, les 1, 7, 20, 21, 22, 23; en août, huit, les 3, 6, 10, 21, 22, 23, 24 et 29; en octobre, cinq, les 6, 7, 8, 9 et 21.

On voit que les périodes orageuses se manifestent principalement par quatre jours consécutifs dans chacun des mois de juillet, août et octobre.

Ces orages ont été constatés :

Entre minuit et 6 <sup>h</sup> du matin .....	6 fois, soit	18 pour 100
De 6 <sup>h</sup> à midi .....	3 " "	9 " "
De midi à 6 <sup>h</sup> du soir .....	20 " "	61 " "
De 6 <sup>h</sup> à minuit .....	4 " "	12 " "

La direction a été :

De Sud-Ouest à Nord-Est .....	23 fois, soit	70 pour 100
De Sud à Nord .....	5 " "	15 " "
De Nord-Ouest à Sud-Est .....	2 " "	6 " "
D'Ouest à Est .....	3 " "	9 " "

La vitesse des orages marchant de Sud-Ouest à Nord-Est a varié de  $4^{\text{km}}$  à  $120^{\text{km}}$  à l'heure ; celle des orages suivant d'autres directions n'a pu être suffisamment constatée.

Les Cartes générales indiquant l'une le nombre des orages dans chaque localité et l'autre les zones atteintes plus ou moins souvent montrent une immunité bien accusée : 1° pour le bassin du Cher au-dessous de Montluçon ; 2° pour la plaine qui est limitée au Nord par le département de la Nièvre, à l'Est par le cours de la Loire, au Sud par les contre-forts des montagnes de la Madeleine et du Puy-de-Dôme, à l'Est par la vallée de la Sioule et une bande à l'est du cours de l'Allier, au-dessous du confluent de cette première rivière ; 3° par le plateau central du département, dont le faite est vers Chavenon.

Les régions les plus atteintes sont les coteaux qui dominent la basse Bouble et ceux qui sont au-dessous du confluent de la Sioule, les contre-forts des montagnes de la Madeleine et les sommets voisins de la Bieudre au nord du département. Cette répartition mérite toute attention, d'autant mieux qu'elle s'écarte peu des constatations antérieures ; mais nous devons avouer que, pour les régions les plus atteintes du bassin de la Bouble et de celui de la Bieudre, le zèle des observateurs locaux a pu établir une inégalité par une attention accordée à des phénomènes négligés ailleurs.

Le rapprochement de ces deux Cartes nous montre Bessay (au-dessous du confluent de la Sioule) subissant 20 orages, dont 5 avec grêle sans dégâts, 2 avec dégâts et 6 chutes de foudre, Moulins subissant le même sort avec moins de grêle et sans chute de foudre.

Viennent ensuite les coteaux de la Bouble et de la Bieudre, pour lesquels nous avons fait nos réserves, et enfin le pied des contre-forts des montagnes de la Madeleine, vers Lapalisse.

Les dégâts causés par la grêle en particulier se sont principalement manifestés du 20 au 23 juillet, par des orages venant soit des montagnes de la Madeleine, soit des sources de la Bouble et de la Sioule, et se dirigeant vers Saône-et-Loire, prenant ainsi en écharpe les bassins de l'Allier et de la Loire.

L'état orageux du 29 mars, prévu par l'Observatoire, se rattache à une dépression profonde ( $735^{\text{mm}}$ ) qui se dirige de Rochefort vers la Belgique, nous donnant vent Sud-Est avec une température qui s'élève jusqu'à  $19^{\circ},5$  ; nous sommes sous l'isobare  $740$ . L'orage nous arrive par la Bouble, et sa marche générale est vers le Nord. C'est le bord dangereux de la bourrasque, venant du Sud-Ouest, marchant lentement vers Nord-Est, et cette situation est une cause suffisante, quoique la température moyenne de la veille et du lendemain ne soit que de  $6^{\circ}$ .

Le 1<sup>er</sup> avril, c'est sous l'influence d'une dépression ( $750^{\text{mm}}$ ) qui séjournait depuis trois jours sur la Méditerranée et aussi de l'extrémité du bord dangereux de la précédente dépression, c'est-à-dire au point de contact de ces deux phéno-

mènes, que, par un vent plein Ouest et une température variant de  $2^{\circ}$  à  $12^{\circ}$ , nous sommes atteints par un orage marchant de l'Ouest à l'Est et dont les manifestations ne sont constatées dans notre département que vers les lignes de faite du versant Est du bassin du Cher. Ici la cause est donc le frottement des deux dépressions et le relief du terrain, présentant un ressaut normalement à la direction du vent orageux d'Ouest.

Le 24, nous sommes au centre ( $749^{\text{mm}}$ ) d'une large dépression peu profonde, et le lendemain, ce centre s'étant transporté vers l'Est (Prague), nous sommes sous la pression  $752^{\text{mm}}$ ; le vent saute de Sud-Est à Ouest. Un orage avec grêle est constaté à Clermont à 1<sup>h</sup>, et un autre venant du Nord-Ouest atteint Moulins et ses environs vers 3<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> du soir. Ces orages partiels sont la conséquence immédiate du passage rapide du centre de la bourrasque sur nos contrées.

Le 30, une dépression se dirige de Valentia sur la Belgique; nous sommes sur le bord dangereux ( $757^{\text{mm}}$ ) par vent d'Ouest-Sud-Ouest. L'orage, venant sans doute du large, traverse de l'Ouest à l'Est la partie septentrionale du département, semant la grêle sur les ressauts qui bordent le versant oriental de la vallée du Cher (Tortezais, Villefranche, Murat, Chavenon), et que le courant orageux rencontre normalement. Ce résultat est l'effet combiné de la direction du vent orageux et du relief du terrain.

Il grêle encore le 11 mai, et cette fois l'orage, descendant des sources de la Bouble, n'exerce ses ravages qu'entre l'Allier et la Loire, qu'il franchit de biais. C'est que la dépression à laquelle il se rattache a son centre le 11 vers la Corogne ( $750^{\text{mm}}$ ) et se fonde dans une autre beaucoup plus considérable qui aborde l'Irlande. C'est surtout la dépression du Sud-Ouest qui a déterminé celui qui nous a atteint si gravement, marchant du Sud-Ouest au Nord-Est, inoffensif en descendant des montagnes du Puy-de-Dôme et devenant nuisible après avoir rencontré les ressauts qui retardaient sa marche au-delà du confluent de la Sioule.

Même situation le 15 mai. La dépression principale est plus profonde ( $735^{\text{mm}}$  au lieu de  $740^{\text{mm}}$ ); la dépression secondaire sur la Corogne est plus légère ( $757^{\text{mm}}$ ); notre pression barométrique est plus élevée, mais le gradient dans la direction de Valentia est beaucoup plus fort. L'Observatoire annonce pour nos côtes de Bretagne une tempête avec tendance à se généraliser sur la France; nous sommes atteints dans la soirée, mais c'est encore du Sud-Ouest, par un courant qui descend du plateau central, tout à la fois par les sources du Cher, celles de la Bouble et de la Sioule, semant la grêle sur ces deux premières vallées.

Dans la nuit du 11 au 12 juin, alors que depuis deux jours le temps orageux était signalé par l'Observatoire sous l'influence d'une dépression venant des îles Britanniques, une dépression secondaire se manifeste sur Barcelone. Placés entre les deux, nous subissons un orage allant de Sud-Ouest à Nord-Est dans le sens du bord dangereux de la dépression principale.

Le 23, nous sommes au centre d'une dépression allant du Sud-Ouest au Nord-Est (754<sup>mm</sup>), et nous subissons orage et grande pluie.

C'est encore une dépression du Sud-Ouest qui nous amène les orages désastreux du 21 au 23 juillet. Pendant cette période, les pressions, qui étaient auparavant très uniformes, varient suivant des isobares très sinueuses. Ces orages viennent du Sud et du Sud-Ouest; ils sèment principalement la grêle quand, déviant sous l'influence sans doute d'une oscillation du centre de dépression, ils sont poussés vers l'Ouest, et qu'alors, au lieu de s'étendre sur la plaine au-dessous et dans la direction des vallées qui les ont amenés, ils quittent ces vallées pour franchir à angle droit l'Andelot, l'Allier et la Besbre.

Les années précédentes nous ont fourni d'autres exemples de ces funestes circonstances.

Au commencement d'août, un chapelet de dépressions descend de la Manche sur la Méditerranée. Le 3, nous sommes au centre et subissons un léger orage.

Le 6, la Carte nous montre deux centres de dépression, dont l'un suit la marche des précédents; l'orage qui nous atteint se dirige franchement de l'Ouest à l'Est.

Le 10, nouvelle dépression suivant la même marche; nouvel orage dans la même direction.

Du 21 au 24, nouvelles dépressions géminées passant au nord et au sud de nous; nouveaux orages dans la même direction Ouest à Est; tous ces orages sont sans grêle.

Le 29, une dépression traverse les îles Britanniques. Nous sommes sur son bord dangereux et l'orage nous traverse parallèlement à la trajectoire de la bourrasque, Sud-Ouest à Nord-Est.

Ce qui apparaît de cet examen et ce que la Commission de l'Allier n'a cessé de répéter, c'est que les dépressions dont l'observation l'intéresse le plus et sur lesquelles elle est le moins renseignée, à cause du manque fréquent des dépêches d'Espagne, sont les dépressions souvent secondaires et même très peu sensibles qui abordent l'Europe par le sud du golfe de Gascogne ou par la Méditerranée.

---

**RAPPORT**  
SUR  
**LES ORAGES DE L'ANNÉE 1878,**

DANS LE DÉPARTEMENT DU PUY-DE-DÔME.

PAR M. PLUMANDON,

Météorologiste-adjoint à l'Observatoire du Puy-de-Dôme.

---

L'observation des orages a été faite, en 1878, comme les années précédentes, dans cent-vingt stations disséminées d'une manière à peu près régulière sur toute la surface du département. Cinq cent quatre-vingt-onze bulletins, qui nous ont été adressés par nos correspondants, nous ont permis de constater que, pendant le cours de cette année, il s'est produit 39 journées d'orage, savoir :

	Stations atteintes.
1 en mars.....	1
2 en avril.....	3
4 en mai.....	36
10 en juin.....	73
10 en juillet.....	163
10 en août.....	154
2 en octobre.....	49

Quelquefois plusieurs séries d'orages, bien distinctes, se sont succédé dans la même journée. Aussi peut-on admettre qu'il y a eu 45 mouvements orageux, dont 11 se sont manifestés pendant la nuit et 34 pendant le jour.

Sur les 39 journées orageuses, 37 ont coïncidé avec des minima barométriques, 2 sont survenues pendant des baisses continues du baromètre. Quant aux orages mêmes, 21 fois seulement ils se sont produits au moment des minima; pour les 18 autres, ils en ont été séparés par un intervalle de temps qui a varié entre une heure et cinq heures.

20 de ces journées d'orage ont eu lieu sous une pression atmosphérique

inférieure à la pression moyenne de l'année, 6 sous une pression qui lui était sensiblement égale, 13 sous une pression supérieure.

Tous les orages de l'année ont été annoncés, à nos stations par le télégraphe, au public par la voie des journaux, un, deux et trois jours d'avance, grâce aux renseignements fournis par le Bureau central météorologique de France et à nos propres observations. Il n'en faut excepter que les orages du 1<sup>er</sup> avril, du 16 juin, du 21 juillet, et des 7 et 8 octobre, qui ont été du reste peu importants.

D'ailleurs, les manifestations électriques ont toujours coïncidé avec l'existence de dépressions atmosphériques dont les centres se trouvaient, le plus souvent, à l'ouest des côtes occidentales de l'Europe. Ces dépressions, qui ont un faible gradient pendant l'été, sont cependant faciles à découvrir au moyen des observations simultanées recueillies par le Bureau central. L'étude de ces dépressions fournit l'un des meilleurs moyens de prévoir les manifestations électriques souvent deux et trois jours à l'avance. La prévision est infaillible si l'approche d'une de ces dépressions, combinée avec la situation générale de l'atmosphère, amène sur la région une zone de pressions à peu près uniformes. On peut observer d'ailleurs qu'en toute saison le ciel prend un aspect orageux dès que la pression devient uniforme sur la France centrale. Cette uniformité de la pression doit être considérée comme éminemment propre à la production des orages dans la zone où elle se manifeste, sans que cette zone soit soumise à l'action directe d'un centre de baisse barométrique.

À ce sujet, il est bon de remarquer que les orages d'hiver, comme les orages qui surviennent au commencement du printemps ou à la fin de l'automne, se produisent dans des conditions bien différentes de celles des orages d'été : ils ne se manifestent que lorsque les pressions sont devenues très inégales dans la région. C'est dire qu'ils accompagnent toujours une forte dépression et un grand trouble atmosphérique.

Le 20 novembre 1877, par exemple, un orage éclate vers 4<sup>h</sup> du soir à Clermont et au Puy-de-Dôme, où la neige tombait en assez grande abondance : une dépression importante avait son centre sur la mer du Nord, et entre le Pas-de-Calais et la Méditerranée il y avait une différence de pression de près de 15<sup>mm</sup>.

Autre exemple. Le 29 mars 1878, à 1<sup>h</sup> du soir, un orage se produit à Singles, dans la vallée de la Dordogne : une forte dépression avait son centre sur la Bretagne, la différence de pression entre Nantes et Nice atteignait encore près de 15<sup>mm</sup>, et à Clermont le baromètre descendait à 26<sup>mm</sup> au-dessous de la pression moyenne.

Le 1<sup>er</sup> juillet 1878, au contraire, journée où quarante de nos stations furent frappées par l'orage, le baromètre ne baissa que de 2<sup>mm</sup>, sans descendre au-dessous de la moyenne, et la différence de pression entre la Bretagne et la Turquie était à peine de 5<sup>mm</sup>.

Sur les 39 journées d'orage de cette année, 17 présentèrent des chutes de grêle, dont 7 causèrent des dégâts importants, principalement à Tauves, Vernines, Saint-Hippolyte, Giat, Cisternes-la-Forêt, Saint-Éloi, Menat, Lapérouse, Saint-Remy-de-Blot, Montaigut, Durmignat, Bussièrès, Saint-Nectaire, Lachaux, Saint-André et Limons.

Le 20 juillet, dans les cantons de Menat et de Montaigut, les grêlons atteignirent la grosseur d'un œuf de poule, et à Saint-Éloi ils tombaient avec tant de violence, qu'ils se brisaient en frappant le sol ou rebondissaient à 1<sup>m</sup> de hauteur. Une seule chute de grêle se produisit pendant la nuit : c'est à Lachaux, le 23 août, vers 1<sup>h</sup>30<sup>m</sup> du matin.

Dans mon Rapport de l'année 1876, publié dans l'*Atlas de l'Observatoire de Paris*, j'ai déjà appelé l'attention sur un singulier mode de propagation des orages dans notre département. Voici le fait que j'ai signalé.

Le 20 avril, coïncidant avec un minimum barométrique de 752<sup>mm</sup> à Clermont, un orage éclate vers 10<sup>h</sup>30<sup>m</sup> du matin aux Martres-sur-Morge, localité que j'avais déjà notée comme *point initial* de beaucoup d'orages. Les nuées orageuses marchant du Sud-Ouest au Nord-Est, l'orage rétrograde et se propage en sens inverse de ce mouvement, c'est-à-dire du Nord-Est au Sud-Ouest. Il gagne ainsi successivement Châteaugay à 10<sup>h</sup>45<sup>m</sup>, Gerzat à 11<sup>h</sup>30<sup>m</sup>, Clermont à midi, Saint-Genès-Champanelle à 1<sup>h</sup> et Saint-Genès-Champespe, sur les frontières du Cantal, à 2<sup>h</sup> du soir.

Ce phénomène remarquable m'avait prouvé bien nettement que, dans un cas particulier, le sens de la propagation des orages pouvait être complètement indépendant de la direction suivie par les nuages.

L'étude des Cartes que j'ai dressées cette année m'a convaincu que le fait n'est pas une exception et qu'il est presque une règle.

Je l'ai d'abord expliqué en admettant deux couches de nuages superposés : l'une inférieure, marchant du Sud-Ouest au Nord-Est, visible pour l'observateur et lui indiquant la marche de l'orage local; l'autre supérieure, cachée à nos yeux par la première et marchant du Nord-Est au Sud-Ouest. En supposant les deux couches de nuages chargées d'électricités contraires, les orages éclateraient successivement du Nord-Est au Sud-Ouest, à mesure que la tête de la couche supérieure s'avancerait vers le Sud-Ouest et pendant que les nuages inférieurs marcheraient vers le Nord-Est.

Mais cette explication ne conviendrait qu'au cas particulier où les orages successifs formeraient une ligne droite ou légèrement sinueuse; elle ne s'appliquerait pas au cas le plus fréquent : celui où les orages débutent en un point, ou simultanément en plusieurs points, pour rayonner ensuite dans tous les sens, autour de chacun d'eux.

L'hypothèse suivante explique mieux le phénomène sous toutes ses formes.

La situation générale de l'atmosphère, par exemple l'approche d'une dépression ou l'influence d'une zone de pressions uniformes, fait naître certains jours, dans nos régions, un *état orageux* qui existe longtemps avant que l'électricité nous révèle sa présence par les éclairs et le tonnerre. Puis l'orage éclate d'abord dans quelques localités, spécialement favorables aux manifestations électriques. Ces localités ne sont pas toujours les mêmes; elles changent d'une époque à une autre, souvent même d'un jour au suivant, selon les conditions atmosphériques du moment. Mais quelques communes ont fréquemment ce privilège peu enviable, et leur situation topographique doit contribuer beaucoup à le leur donner. La nature de la végétation, du sol et du sous-sol, l'existence de nappes d'eau souterraines doivent encore avoir, à ce sujet, une influence considérable.

Parmi les communes qui, en 1878, ont été le plus fréquemment les points de départ des orages dans le Puy-de-Dôme, je citerai Vernines, Miremont et Saint-Gervais dans le bassin de la Sioule, le Broc, Parentignat et Saint-Maurice dans la vallée de l'Allier, Fournols dans celle de la Dolore.

L'orage ayant débuté dans une de ces localités gagne peu à peu les communes environnantes, en commençant, non pas toujours par les plus voisines, mais par celles qui présentent plus tôt les conditions où se trouvait la première.

Du reste, pendant ce temps l'état électrique continue à se développer, et ses manifestations se propagent ainsi de proche en proche, de tous les côtés à la fois, comme autour d'un *centre orageux*.

Je citerai, à l'appui, des exemples tout récents.

Le 20 juillet 1878, des orages éclatent simultanément vers 1<sup>h</sup> du soir à Châteaugay, au sommet du Puy-de-Dôme, à Miremont, à Saint-Nectaire et au Broc. Si sur une Carte on relie ces localités par une courbe continue; si l'on en fait autant pour les communes de Cisternes-la-Forêt, Saint-Remy-de-Blot, Clermont et Auzelles, atteintes vers 2<sup>h</sup>, puis pour celles de Vernines, Menat, Combronde, Martres-sur-Morges, Saint-André et Joze, frappées à 3<sup>h</sup>; si l'on trace une quatrième courbe passant par Laqueuille, Prondines, Giat, Lapérouse, Aubiat, Saint-Priest-Bramefaut, où les manifestations électriques commencent vers 4<sup>h</sup>; enfin une cinquième et une sixième, par Saint-Éloi et Montaigut d'une part, et de l'autre par Saint-Maurice-sur-Cher, où l'orage débute à 5<sup>h</sup> et à 7<sup>h</sup> du soir, *on remarque que toutes ces courbes sont à peu près concentriques*.

Les orages ont donc *rayonné* tout autour de la région limitée par la courbe centrale; ils se sont propagés dans tous les sens, même du Nord-Est au Sud-Ouest, du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest, et cependant, dans les diverses localités que je viens de citer, les nuages orageux marchaient soit du Sud-Ouest au Nord-Est, soit du Sud au Nord, soit de l'Ouest à l'Est.

Le 10 août, le 23 août 1878, cette propagation rayonnante se montre d'une manière aussi évidente, et il en est de même pour la plupart des journées orageuses.

La direction suivie par un orage local n'explique donc pas nécessairement l'orage qui frappe ensuite la commune voisine. Ce dernier doit le plus souvent sa formation à l'état général de l'atmosphère, à la situation topographique du lieu et enfin aux diverses causes que nous avons énumérées plus haut.

Par conséquent, si quelques localités sont placées en ligne à peu près droite, comme celles qui ont été frappées par l'orage du 20 avril 1876, si en outre elles présentent, à mesure qu'elles sont plus avancées dans cette direction, des conditions de plus en plus favorables aux manifestations électriques, l'orage éclatera d'abord à l'extrémité Nord-Est de la ligne et gagnera vers le Sud-Ouest, alors même que les nuages orageux marcheraient en sens inverse, c'est-à-dire vers le Nord-Est.

Les orages qui ont frappé un département voisin n'abordent donc pas toujours le nôtre par ses frontières pour le traverser ensuite d'une manière progressive. La propagation du mouvement orageux se faisant pour ainsi dire *par bonds, par sauts*, d'un centre orageux à un autre, il arrive souvent, au contraire, que les premiers orages d'une journée éclatent soit au milieu, soit à une extrémité opposée du département.

Quant aux différents orages locaux, qui peuvent subir l'influence du relief terrestre ou des orages voisins, ils suivent les directions les plus variées, même dans des communes très voisines, au point qu'il est toujours très difficile d'en déduire une direction moyenne.

Le plus souvent, il est vrai, ils marchent du Sud au Nord, du Sud-Ouest au Nord-Est ou de l'Ouest à l'Est; mais il n'en reste pas moins impossible, excepté dans des cas très rares, d'en conclure le sens général de la propagation du mouvement orageux.

Il est nécessaire, pour cela, d'opérer sur une vaste région et d'étudier, non pas la marche de chaque orage local, mais la propagation de ces points spéciaux que j'ai essayé de mettre en évidence, et qu'on peut désigner sous le nom de *centres d'orages*.

---

# TEMPÉRATURES DU SOL ET DE L'AIR

OBSERVÉES

AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE PENDANT L'ANNÉE 1878, 1879.

PAR MM. EDMOND ET HENRI BECQUEREL.

---

I. — Sur la température de l'air à la surface du sol et de la terre jusqu'à 36<sup>m</sup> de profondeur, ainsi que sur la température de deux sols, l'un dénudé, l'autre couvert de gazon, pendant l'année 1879.

Les Tableaux suivants contiennent les résultats des observations de température faites au Muséum d'Histoire naturelle depuis le 1<sup>er</sup> décembre 1878 jusqu'au 1<sup>er</sup> décembre 1879 inclusivement, dans l'air, puis en terre à des profondeurs variables de 1<sup>m</sup> à 36<sup>m</sup>, et dans les parties supérieures du sol, suivant qu'il est dénudé ou couvert de gazon, pendant la même période de temps.

Ce travail est la suite des recherches entreprises au Muséum par M. Antoine Becquerel, il y a plus de dix-sept ans, à l'aide des appareils thermo-électriques qu'il a imaginés; elles sont poursuivies par les mêmes méthodes et avec les mêmes instruments (1).

Les observations sont faites dans l'air au nord, à 10<sup>m</sup>, 7 au-dessus du sol du Muséum et au haut d'un mât à 10<sup>m</sup> au-dessus du premier. Les moyennes trimestrielles et annuelles déduites des maxima et des minima, comparées à celles des dernières années, indiquent une température moins élevée, surtout en hiver et au printemps; l'automne de 1879 a peu différé de celui de 1878.

---

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXXII, XXXVIII, XL et XLI; *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXLII, p. 587 et 700; t. LXXXVI, p. 1222; t. LXXXIX, p. 207

*Mémoires divers de 1879.*

	1878.		1879.	
	Thermo- mètregraphe.	Max. Negretti. Min. Rutherford.	Thermo- mètregraphe.	Max. Negretti. Min. Rutherford.
Hiver (décembre, janvier, février).....	11,09	3,98	2,38	2,23
Printemps (mars, avril, mai).....	11,44	11,31	8,92	8,97
Été (juin, juillet, août).....	19,30	19,18	18,05	18,05
Automne (sept., oct., nov.).....	10,98	10,93	10,48	10,57
Année (moyenne).....	11,45	11,35	9,96	9,96

La température moyenne de 1879 est donc inférieure de 1°, 5 à celle de 1878, ainsi qu'à celle de 1877, qui en avait différencié peu; elle est également moindre de 1° que celles de 1875 et de 1876.

Les températures moyennes annuelles déduites des observations du thermomètre placé au nord et de celles faites au haut du mât, corrigées du déplacement du zéro thermométrique, donnent à peu près le même résultat. On a, en effet :

	1878.		1879.	
	Au haut du mât.	Au Nord.	Au haut du mât.	Au Nord.
6 <sup>h</sup> du matin.....	8,89	9,02	7,69	7,66
9 <sup>h</sup> du matin.....	11,41	11,29	9,71	9,67
3 <sup>h</sup> du soir.....	14,15	13,52	12,20	12,48
Moyenne.....	11,48	11,49	9,87	9,93

On reconnaît, comme on l'avait déjà observé antérieurement, qu'il y a presque égalité entre les résultats déduits de l'observation des thermomètres à maxima et à minima et ceux observés au nord et au haut du mât à 6<sup>h</sup>, 9<sup>h</sup> du matin et 3<sup>h</sup> du soir.

Les circuits thermo-électriques donnent, plusieurs fois par mois, la température à diverses profondeurs, depuis 6<sup>m</sup> jusqu'à 36<sup>m</sup> (1). On rapporte seulement ici le résumé des observations par saison.

Profondeur.	HIVER.	PRINTEMPS.	ÉTÉ.	AUTOMNE.	Année.	Moyenne de treize ans.
	Déc. 1878, janv. et fevr. 1879.	Mars, avril, mai.	Juin, juillet, août.	Sept., octob., nov.		
1.....	0	0	0	0	0	11,25
6.....	12,24	10,64	11,53	12,06	11,61	11,94
11.....	12,10	11,56	12,26	11,93	11,96	12,02
16.....	12,28	12,22	12,60	12,08	12,30	12,09
21.....	12,37	12,19	12,58	12,08	12,31	12,12
26.....	12,27	12,24	12,71	12,25	12,37	12,38
31.....	12,35	12,33	12,46	12,36	12,38	12,34
36.....	12,48	12,48	12,48	12,48	12,48	12,44

1) A 1<sup>m</sup> de profondeur, l'altération subie par le câble thermo-électrique et constatée l'an passé n'a pas permis d'observer, en 1879, à cette profondeur; le câble est remplacé maintenant par un autre, qui donne la température depuis quelques mois.

On avait reconnu, dans les années antérieures, que l'augmentation de température avec la profondeur n'était modifiée qu'à 16<sup>m</sup> et à 26<sup>m</sup>, là où se trouvent les deux nappes d'eau souterraines qui se dirigent vers la Seine et qui donnent à ces profondeurs des températures suivant à peu près les variations de température de l'air. On trouve, en effet, que les températures moyennes annuelles, à ces profondeurs, sont un peu plus élevées qu'elles ne devraient l'être, et en cela les observations de cette année concordent avec les moyennes des treize années d'observations continues depuis l'origine.

On a observé ensuite chaque jour les températures sous des sols dénudés et gazonnés, à des profondeurs variables de 0<sup>m</sup>,05 à 0<sup>m</sup>,60, le matin et le soir; on a reconnu que deux observations à 6<sup>h</sup> du matin et à 3<sup>h</sup> du soir suffisaient pour suivre les changements diurnes de la température quand les appareils se trouvaient sous le sol à une profondeur plus grande que 0<sup>m</sup>,05. On donne seulement dans le Tableau annexé à cet extrait les moyennes mensuelles des températures sous les deux sols aux diverses profondeurs.

Ce Tableau montre, comme ceux des années précédentes, que la marche de la température s'est effectuée d'une manière semblable; ainsi, comme antérieurement, à 0<sup>m</sup>,05 de profondeur, la moyenne de chaque mois est toujours plus élevée à 6<sup>h</sup> du matin sous le sol gazonné que sous le sol dénudé; la différence a été de 3°,14 en septembre et s'est abaissée à 0°,40 en février, comme l'année passée.

A 3<sup>h</sup> du soir, à la même profondeur de 0<sup>m</sup>,05, de février en octobre, c'est-à-dire au printemps, en été et au commencement de l'automne, c'est l'inverse qui a lieu, et l'action solaire sur le sol sablonneux donne à celui-ci un excès de température variant de 2°,16 à 0°,49 sur la température observée sous le sol gazonné; de novembre à février, c'est-à-dire en hiver, le refroidissement du sol dénudé est plus grand et sa température est plus basse de 0°,10 à 1°,53 que celle du sol gazonné. En moyenne annuelle les excès ne se compensent pas, et le sol dénudé a été plus chaud de 0°,78 que le sol gazonné.

A la profondeur de 0<sup>m</sup>,10, on observe des effets analogues, mais les différences de température entre les deux sols sont moins grandes; à partir de 0<sup>m</sup>,20 comme à 0<sup>m</sup>,30 et 0<sup>m</sup>,60, au printemps, la température moyenne diurne a été plus basse sous le sol gazonné que sous le sol dénudé; mais dans les autres mois elle a été plus élevée, et la moyenne annuelle a été plus haute sous le sol gazonné.

On peut reconnaître, comme nous l'avons fait remarquer dans le Mémoire de l'année dernière, combien ces effets sont semblables d'un jour à l'autre dans les diverses années, surtout à la profondeur de 0<sup>m</sup>,20.

*Température moyenne annuelle à 6<sup>h</sup> du matin.*

		PROFONDEUR.				
Sols divers.		0 <sup>m</sup> ,05	0 <sup>m</sup> ,40	0 <sup>m</sup> ,20	0 <sup>m</sup> ,30	0 <sup>m</sup> ,60
Décembre 1878...	Sol gazonné.....	1,55	1,75	2,94	3,00	4,45
	Sol dénudé.....	0,59	0,81	1,37	1,78	3,43
	Différence.	0,96	0,94	1,57	1,22	1,02
Janvier 1879.....	Sol gazonné.....	1,01	1,37	1,86	2,23	3,01
	Sol dénudé.....	0,60	0,81	1,01	1,50	2,34
	Différence.	0,41	0,56	0,83	0,73	0,67
Février 1879.....	Sol gazonné.....	2,93	3,02	2,99	3,06	3,77
	Sol dénudé.....	2,53	2,70	2,92	3,22	3,66
	Différence.	0,40	0,32	0,07	-0,16	0,11
Mars 1879.....	Sol gazonné.....	4,97	5,19	5,20	5,24	5,37
	Sol dénudé.....	4,20	4,90	5,20	5,05	5,29
	Différence.	0,77	0,29	0,00	0,19	0,08
Avril 1879.....	Sol gazonné.....	8,05	8,45	8,42	8,26	7,73
	Sol dénudé.....	6,55	6,85	7,85	7,78	7,56
	Différence.	1,50	1,60	0,57	0,48	0,27
Mai 1879.....	Sol gazonné.....	10,69	11,25	11,31	10,97	10,68
	Sol dénudé.....	8,70	9,36	10,53	10,88	10,57
	Différence.	1,99	1,89	0,76	0,09	0,11
Juin 1879.....	Sol gazonné.....	16,31	16,52	16,45	16,29	14,93
	Sol dénudé.....	14,12	14,43	15,69	15,97	14,94
	Différence.	2,19	2,09	0,76	0,32	-0,01
Juillet 1879.....	Sol gazonné.....	17,22	17,46	17,45	16,97	16,56
	Sol dénudé.....	14,58	15,28	16,26	16,57	15,80
	Différence.	2,64	2,18	1,19	0,40	0,76
Août 1879.....	Sol gazonné.....	19,10	19,59	19,53	19,62	18,79
	Sol dénudé.....	16,87	17,66	19,05	18,95	18,27
	Différence.	2,23	1,93	0,48	0,67	0,52
Septembre 1879...	Sol gazonné.....	15,97	17,00	17,08	16,91	17,32
	Sol dénudé.....	12,83	14,16	15,20	15,81	15,78
	Différence.	3,14	2,84	1,88	1,07	1,57
Octobre 1879.....	Sol gazonné.....	11,16	11,68	12,22	12,54	13,12
	Sol dénudé.....	8,34	9,05	10,00	10,49	11,29
	Différence.	2,82	2,63	2,22	2,05	1,83
Novembre 1879...	Sol gazonné.....	5,20	5,74	6,58	7,06	8,02
	Sol dénudé.....	2,68	3,30	4,10	4,81	6,61
	Différence.	2,52	2,44	2,48	2,25	1,41
Année moyenne.	Sol gazonné.....	9,51	9,92	10,17	10,17	10,32
	Sol dénudé.....	7,71	8,28	9,40	9,32	9,60
	Différence.	1,80	1,64	1,07	0,85	0,72

*Température moyenne annuelle à 3<sup>h</sup> du soir.*

		PROFONDEUR.				
Sols divers.		0 <sup>m</sup> .05	0 <sup>m</sup> .10	0 <sup>m</sup> .20	0 <sup>m</sup> .30	0 <sup>m</sup> .60
Décembre 1878...	Sol gazonné.....	1,82	1,83	2,70	3,37	4,57
	Sol dénudé.....	1,05	1,25	1,39	1,87	3,42
	Différence.	0,77	0,58	1,31	1,50	1,15
Janvier 1879.....	Sol gazonné.....	1,54	1,60	1,81	1,90	3,04
	Sol dénudé.....	0,75	0,99	1,14	1,38	2,45
	Différence.	0,79	0,61	0,67	0,52	0,59
Février 1879.....	Sol gazonné.....	3,54	3,50	3,08	3,17	3,98
	Sol dénudé.....	4,03	3,52	3,18	3,08	3,67
	Différence.	-0,49	-0,02	-0,10	0,09	0,31
Mars 1879.....	Sol gazonné.....	6,01	5,49	5,20	5,18	5,32
	Sol dénudé.....	7,52	6,07	5,44	5,18	5,41
	Différence.	-1,51	-0,58	-0,24	0,00	-0,09
Avril 1879.....	Sol gazonné.....	9,06	8,79	8,05	8,15	7,85
	Sol dénudé.....	10,82	10,15	8,47	7,70	7,96
	Différence.	-1,76	-1,36	-0,42	0,45	-0,11
Mai 1879.....	Sol gazonné.....	13,25	12,18	11,38	11,39	10,68
	Sol dénudé.....	14,98	10,44	11,47	10,74	10,54
	Différence.	-1,73	1,74	-0,09	0,65	-0,14
Juin 1879.....	Sol gazonné.....	19,10	17,54	16,49	15,91	14,87
	Sol dénudé.....	21,10	18,88	16,79	15,87	14,78
	Différence.	-2,00	-1,34	-0,30	0,04	0,09
Juillet 1879.....	Sol gazonné.....	19,07	18,64	17,57	16,91	16,37
	Sol dénudé.....	21,23	19,13	17,25	16,32	15,82
	Différence.	-2,16	-0,49	0,32	0,59	0,55
Août 1879.....	Sol gazonné.....	21,22	20,74	19,99	19,45	19,18
	Sol dénudé.....	22,90	21,50	19,84	19,23	18,31
	Différence.	-1,68	-0,76	0,15	0,22	0,87
Septembre 1879..	Sol gazonné.....	17,19	17,06	16,91	16,92	17,62
	Sol dénudé.....	18,43	16,97	15,76	15,43	16,13
	Différence.	-1,24	0,09	0,15	1,49	1,49
Octobre 1879....	Sol gazonné.....	11,66	11,78	12,08	12,43	13,29
	Sol dénudé.....	11,56	10,88	10,24	10,38	11,46
	Différence.	0,10	0,90	1,84	2,05	1,83
Novembre 1879...	Sol gazonné.....	5,55	5,92	6,79	7,07	8,32
	Sol dénudé.....	4,02	4,07	4,34	4,79	6,56
	Différence.	1,53	1,85	2,45	2,28	1,76
Année moyenne.	Sol gazonné.....	10,75	10,41	10,17	10,24	10,59
	Sol dénudé.....	11,53	10,32	9,61	9,28	9,74
	Différence.	-0,78	0,09	0,56	0,96	0,85

*Température moyenne annuelle.*

		PROFONDEUR.				
Sols divers.		0 <sup>m</sup> ,05	0 <sup>m</sup> ,10	0 <sup>m</sup> ,20	0 <sup>m</sup> ,30	0 <sup>m</sup> ,60
Décembre 1878...	Sol gazonné.....	1,69	1,79	2,82	3,19	4,51
	Sol dénudé.....	0,82	1,03	1,38	1,83	3,43
	Différence.	0,87	0,76	1,44	1,36	1,08
Janvier 1879.....	Sol gazonné.....	1,28	1,49	1,84	2,07	3,03
	Sol dénudé.....	0,68	0,85	1,08	1,44	2,39
	Différence.	0,60	0,64	0,76	0,63	0,64
Février 1879.....	Sol gazonné.....	3,24	3,26	3,04	3,12	3,88
	Sol dénudé.....	3,28	3,11	3,05	3,15	3,67
	Différence.	-0,04	0,15	-0,01	-0,03	0,21
Mars 1879.....	Sol gazonné.....	5,49	5,34	5,20	5,21	5,35
	Sol dénudé.....	5,86	5,49	5,32	5,12	5,35
	Différence.	-0,37	-0,15	-0,12	0,09	0,00
Avril 1879.....	Sol gazonné.....	8,56	8,62	8,24	8,21	7,79
	Sol dénudé.....	8,69	8,50	8,16	7,74	7,71
	Différence.	-0,13	0,12	0,08	0,47	0,08
Mai 1879.....	Sol gazonné.....	11,97	11,72	11,35	11,68	10,68
	Sol dénudé.....	11,84	9,90	11,00	10,81	10,56
	Différence.	0,13	1,82	0,35	0,87	0,12
Juin 1879.....	Sol gazonné.....	17,71	17,03	16,47	16,10	14,90
	Sol dénudé.....	17,61	16,66	16,24	15,92	14,86
	Différence.	-0,10	0,37	0,23	0,18	0,04
Juillet 1879.....	Sol gazonné.....	18,15	18,05	17,52	16,94	16,47
	Sol dénudé.....	17,91	17,21	16,76	16,45	15,81
	Différence.	0,24	0,84	0,76	0,49	0,66
Août 1879.....	Sol gazonné.....	20,16	20,17	19,76	19,54	18,99
	Sol dénudé.....	18,89	19,58	19,45	19,09	18,29
	Différence.	1,27	0,59	0,31	0,45	0,70
Septembre 1879...	Sol gazonné.....	16,58	17,03	17,00	16,92	17,40
	Sol dénudé.....	15,63	15,57	15,48	15,64	15,96
	Différence.	0,95	1,46	1,52	1,28	1,44
Octobre 1879.....	Sol gazonné.....	11,41	11,73	12,15	12,49	13,21
	Sol dénudé.....	9,95	9,97	10,12	10,44	11,38
	Différence.	1,46	1,76	2,03	2,05	1,83
Novembre 1879...	Sol gazonné.....	5,38	5,83	6,69	7,07	8,17
	Sol dénudé.....	3,35	3,69	4,22	4,80	6,59
	Différence.	2,03	2,14	2,47	2,27	1,58
Année moyenne.	Sol gazonné.....	10,13	10,16	10,17	10,20	10,45
	Sol dénudé.....	9,62	9,30	9,36	9,30	9,65
	Différence.	0,51	0,86	0,81	0,90	0,80

Nous avons donné, dans le précédent Mémoire, un Tableau des moyennes annuelles aux différentes profondeurs, comparées à la température de l'air depuis 1872; nous ne citons ci-après que les résultats des observations à 0<sup>m</sup>,05 sous le sol gazonné, indiquant, en moyenne, une température un peu plus élevée de 0°,3 que la moyenne de l'air. On a, en effet :

Années.	TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE dans l'air.		TEMPÉRATURE moyenne annuelle sous le sol gazonné à 0 <sup>m</sup> ,05 de profondeur.	DIFFÉRENCE entre la température du sol gazonné et la moyenne donnée par le thermomètre.
	Thermomètre.	Max. Negretti. Min. Rutherford.		
1872.....	11,35	11,10	11,62	0,27
1873.....	11,33	11,36	11,87	0,54
1874.....	11,44	11,44	11,52	0,08
1875.....	11,00	11,03	11,09	0,09
1876.....	11,03	10,96	11,33	0,30
1877.....	11,67	11,60	12,04	0,37
1878.....	11,45	11,35	11,78	0,33
1879.....	9,95	9,95	10,13	0,18
Moyenne....	11,15	11,10	11,42	0,27

On voit qu'à 0<sup>m</sup>,05 de profondeur, sous le sol gazonné, la température, en moyenne annuelle, a été supérieure de 0°,27 à celle de la température moyenne au nord, déduite des maxima et des minima.

Les basses températures observées pendant l'hiver rigoureux qui a commencé à la fin de novembre 1879 et qui a duré pendant les mois de décembre 1879 et janvier 1880 ne peuvent influer que sur les résultats qui seront publiés l'année prochaine, en même temps que les observations de 1880.

## II. — Sur le froid du mois de décembre et son influence sur la température du sol couvert de neige (1).

Le froid exceptionnel qui s'est produit au commencement du mois de décembre 1879 nous a engagés à examiner de quelle manière l'abaissement de température s'était communiqué à diverses profondeurs au-dessous du sol, suivant que celui-ci est gazonné ou dénudé, et cela malgré l'épaisse couche de neige qui l'a recouvert. Les thermomètres électriques installés sous terre d'une manière permanente par M. Becquerel père au Muséum d'Histoire naturelle, appareils dont on observe journellement la marche depuis quinze ans, étaient indiqués tout naturellement pour cette étude; les nombres que nous allons citer ci-après, et qui se déduisent des registres d'observations, montrent en effet quelle est la

(1) Un Mémoire qui sera publié plus tard complètera ces indications, qui ne se rapportent qu'aux quinze premiers jours de décembre.

rapidité de transmission de la gelée et quelle a été l'influence de la couche de neige qui recouvrait le sol.

Le Tableau annexé à cette Note renferme les températures de l'air au nord à 10<sup>m</sup>,7 au-dessus du sol du Muséum et au haut d'un mât à 20<sup>m</sup>, ainsi que celles de sols dénudés et gazonnés, depuis le 26 novembre jusqu'au 14 décembre; les profondeurs au-dessous du sol où ont été faites les observations sont de 0<sup>m</sup>,05, 0<sup>m</sup>,10, 0<sup>m</sup>,20, 0<sup>m</sup>,30 et 0<sup>m</sup>,60; le sol dénudé est un sol de remblai, sablé à la surface, sans trace de végétation; le sol gazonné est une terre sableuse végétale. Les températures maxima et minima dans l'air sont relevées le matin à 9<sup>h</sup> et donnent le maximum du jour précédent, ainsi que le minimum de la nuit ou du matin, jusqu'au moment de l'observation.

Le 26 novembre a commencé une série non interrompue de gelées jusqu'au 3 décembre, où la température dans l'air a dépassé  $- 11^{\circ}$ ; pendant huit jours, le froid a augmenté progressivement et un peu de neige fine a recouvert la terre les trois derniers jours. Le 3 décembre la neige est tombée abondamment, ainsi que pendant la nuit et le jour suivants, et une couche de 0<sup>m</sup>,25 environ a couvert les deux sols dans lesquels se faisaient les observations. Le 6 décembre il y a eu une légère élévation dans la température de l'air, mais le froid a repris le même jour, et le 10 décembre au matin on a observé  $- 20^{\circ},2$  au thermomètregraphe, et à 6<sup>h</sup> du matin  $- 20^{\circ},75$  au thermomètre placé au nord. A partir de ce jour, la température s'est élevée généralement, mais avec des variations dans les maxima et les minima, et la couche de neige a un peu diminué d'épaisseur par son tassement et son évaporation; le 15 au matin, elle n'est plus que de 0<sup>m</sup>,19.

Sous le sol gazonné, avant la chute de la neige comme après la chute de celle-ci, à toutes les profondeurs, à partir de 0<sup>m</sup>,05, la température a été constamment au-dessus de 0°. Néanmoins, la température, qui était à cette profondeur de  $+ 3^{\circ},58$  le 26 novembre, est arrivée à  $+ 0^{\circ},18$  le 14 décembre, en s'abaissant graduellement, mais étant encore un peu supérieure à 0°. Le gazon a donc formé à la partie supérieure de la terre végétale une espèce de feutre qui a préservé de la gelée les parties inférieures, même lorsque la neige, quand elle a commencé à tomber, avait une température inférieure à 0°.

Sous le sol dénudé, à 0<sup>m</sup>,05 de profondeur, le lendemain du jour où la gelée a commencé dans l'air, c'est-à-dire le 27 novembre, la température est descendue au-dessous de 0°. A cette profondeur un premier minimum de  $- 2^{\circ},65$  a été observé le 29 à 6<sup>h</sup> du matin, puis la température a remonté les jours suivants, en atteignant 0° le 30 à 3<sup>h</sup> du soir, quand la neige fine est tombée sur le sol. A partir de cet instant jusqu'au 3 décembre au matin, la température s'est abaissée de nouveau et un minimum de  $- 3^{\circ},17$  a été observé avant la chute de l'épaisse couche de neige. C'est la température la plus basse qui ait été observée à cette profondeur pendant cette période de froid. A partir de ce jour, malgré l'abaisse-

ment graduel de la température de l'air, qui, d'abord de  $-11^{\circ}$  le 3 décembre, a dépassé  $-20^{\circ}$  le 10 décembre, la température à  $0^{\text{m}},05$  sous le sol dénudé et couvert de neige s'est relevée et a varié de  $-0^{\circ},8$  à  $-1^{\circ},4$ , en présentant un léger réchauffement le 7 décembre, le lendemain du jour où une amélioration dans la température de l'air s'était manifestée. L'épaisse couche de neige qui couvrait le sol, bien qu'agissant comme écran, n'empêchait donc pas les variations de température de se faire sentir sur le sol ainsi qu'à une certaine profondeur. En plaçant un thermomètre sous la neige et en contact avec le sol, on constate que celui-ci, à la surface, a une température qui peut s'élever ou s'abaisser suivant l'intensité et la durée du froid extérieur. M. Boussingault avait déjà reconnu que la température de la partie inférieure et de la partie supérieure d'une couche de neige de  $0^{\text{m}},10$  d'épaisseur n'était pas la même <sup>(1)</sup>.

Les variations diurnes de température sont, du reste, mises en évidence dans le Tableau ci-annexé, et la température observée à  $0^{\text{m}},05$  de profondeur sous le sol dénudé et couvert de neige est en général plus basse à 6<sup>h</sup> du matin qu'à 3<sup>h</sup> du soir, lorsque le refroidissement du sol n'est pas assez rapide pour masquer le phénomène. A partir de  $0^{\text{m}},10$  de profondeur sous le sol dénudé, comme à  $0^{\text{m}},05$  sous le sol gazonné, tous deux également couverts de neige, les variations diurnes tendent à disparaître.

Si, à  $0^{\text{m}},05$  de profondeur sous le sol dénudé, la température inférieure à  $0^{\circ}$  a été observée le 27 novembre, elle n'a été atteinte que le 28 à  $0^{\text{m}},10$  de profondeur, le 2 décembre à  $0^{\text{m}},20$  et le 10 décembre à  $0^{\text{m}},30$ , c'est-à-dire que, à partir du moment où la période continue de gelée a commencé dans l'air, la gelée a mis un jour à pénétrer à  $0^{\text{m}},05$  de profondeur en terre, deux jours à  $0^{\text{m}},10$ , sept jours à  $0^{\text{m}},20$  et quinze jours à  $0^{\text{m}},30$ , et cela malgré la neige qui couvrait le sol d'une couche de  $0^{\text{m}},25$  d'épaisseur.

On ne saurait déduire de ces nombres d'une manière précise le pouvoir conducteur du sol qui a servi aux observations, car la température extérieure a constamment varié, et, en outre, le phénomène est fort complexe, l'évaporation et l'imbibition inégale du sol pouvant intervenir dans les effets observés. On voit cependant que, pendant les premiers jours, la pénétration de la gelée en terre se faisait sentir dans la partie supérieure du sol environ à  $0^{\text{m}},05$  par jour; puis, au fur et à mesure que la gelée continuait et que la profondeur du sol était plus grande, la gelée ne gagnait plus en moyenne que  $0^{\text{m}},03$  par jour, et enfin  $0^{\text{m}},02$  seulement quand on était à  $0^{\text{m}},30$  sous le sol et après quinze jours consécutifs de gelée. Ces nombres sont relatifs à la constitution du sol qui a servi aux observations et pourraient être différents dans d'autres conditions <sup>(2)</sup>.

(1) BOUSSINGAULT, *Économie rurale*, t. II, p. 684.

(2) Dans le Mémoire qui sera publié plus tard, nous indiquerons quelle est la température à diffé-  
*Mémoires divers de 1879.*

Observations faites au Muséum d'Histoire naturelle.

B. 10

TEMPÉRATURES AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE

MOIS.	JOURS DU MOIS.	TEMPÉRATURE DE L'AIR.				TEMPÉRATURE sous le sol gazonné.					TEMPÉRATURE sous le sol dénudé.					OBSERVATIONS.	
		Thermométrique.		Heures des observations.	Au haut du mat.	Au Nord.	Profondeur.					Profondeur.					
		maxima.	minima.				0 <sup>m</sup> .05	0 <sup>m</sup> .10	0 <sup>m</sup> .20	0 <sup>m</sup> .30	0 <sup>m</sup> .60	0 <sup>m</sup> .05	0 <sup>m</sup> .10	0 <sup>m</sup> .20	0 <sup>m</sup> .30		0 <sup>m</sup> .60
Nov. 1879.	26	0	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Demi-couvert. Presque couvert. Couvert. Soleil très faible. Clair. Soleil faible. Clair. Couvert. Couvert. Neige fine. Neige. Neige; soleil faible. Neige; soleil faible. Neige; couvert. Neige fine. Neige très épaisse sur le sol. Soleil très faible. Clair. Clair. Brouillard. Brouillard. Clair. Neige. Couvert. Léger brouillard. Couvert. Léger brouillard. Léger brouillard.	
		5,65	-1,15	6 matin	-0,80	-0,05	3,58	4,08	4,28	5,28	6,08	0,68	1,39	2,38	3,18		4,78
	27	1,00	-7,00	3 soir	-1,30	-0,65	2,93	3,48	4,88	5,63	6,18	0,63	1,13	1,83	2,68		4,70
				6 matin	-2,60	-2,55	1,98	2,88	3,18	3,63	5,79	-0,22	0,28	1,13	2,03		4,19
	28	2,95	-6,85	3 soir	+0,70	+1,15	1,88	2,58	4,23	4,43	6,38	-0,42	0,48	0,98	2,03		4,23
				6 matin	-5,30	-5,45	1,73	1,93	2,28	3,93	5,58	-2,17	-0,42	0,58	1,48		3,88
29	-0,50	-5,45	3 soir	-1,40	-0,15	1,03	1,73	3,88	3,68	5,33	-1,27	-0,42	0,44	1,28	3,88		
			6 matin	-4,70	-4,75	0,88	1,43	1,88	2,38	5,38	-2,65	-0,77	0,05	0,88	3,33		
30	+1,60	-3,65	3 soir	+0,40	+0,85	0,68	1,48	2,68	3,28	5,58	-0,92	-0,72	0,09	0,88	3,48		
			6 matin	+0,20	+0,05	0,73	1,23	1,58	2,93	4,68	-0,32	-0,62	-0,07	0,59	3,18		
Dec. 1879.	1	+2,00	-3,80	3 soir	+1,50	+2,05	0,61	1,48	1,93	2,90	4,93	+0,03	+0,09	0,97	0,88	3,08	
				6 matin	-1,60	-1,55	0,88	1,18	2,18	3,88	4,58	-0,72	-0,39	-0,02	0,70	2,93	
	2	+2,00	-4,05	3 soir	+1,70	+2,15	0,88	1,33	2,08	2,88	4,68	-0,72	-0,37	+0,18	0,83	2,93	
				6 matin	-3,30	-3,15	0,88	1,28	1,98	3,88	4,33	-1,15	-0,62	+0,18	0,73	2,83	
	3	-2,10	-11,15	3 soir	-2,70	-2,97	0,88	1,20	2,05	2,65	3,98	-1,63	-0,75	-0,02	0,68	2,68	
				6 matin	-11,30	-10,95	0,78	1,20	1,93	3,78	3,93	-3,17	-1,92	-0,27	0,53	2,63	
	4	-2,30	-9,95	3 soir	-5,60	-5,65	0,58	1,08	1,83	2,11	4,28	-3,94	-2,07	-0,47	0,30	2,58	
				6 matin	-8,30	-8,25	0,58	0,88	1,58	1,98	3,88	-2,47	-1,97	-0,63	0,38	2,58	
	5	-3,00	-8,20	3 soir	-5,30	-4,75	0,58	0,98	1,78	2,43	3,68	-1,98	-1,57	-0,72	0,28	2,48	
				6 matin	-6,00	-5,75	0,28	0,69	1,13	2,33	3,48	-1,27	-1,22	-0,64	0,13	2,23	
	6	+2,45	-4,45	3 soir	-1,50	-1,25	0,63	0,88	1,53	2,11	3,58	-1,23	-1,07	0,61	0,08	2,18	
				6 matin	+0,40	+0,25	0,48	0,53	1,43	1,98	3,58	-0,92	-0,84	-0,58	0,08	2,13	
	7	-0,90	-9,65	3 soir	+0,70	+1,35	0,38	0,71	0,93	1,98	3,78	-1,02	-0,82	-0,62	0,06	2,05	
				6 matin	-8,20	-7,95	0,78	0,98	1,28	1,98	3,46	-0,92	-0,87	-0,29	0,03	1,97	
8	-5,70	-13,3	3 soir	-6,90	-6,85	0,48	0,93	1,36	1,88	3,53	-0,82	-0,65	-0,50	0,08	2,03		
			6 matin	-10,60	-9,95	0,45	0,78	1,13	1,83	3,38	-0,87	-0,72	-0,43	0,12	1,98		
9	-5,00	-17,00	3 soir	-5,0	-5,05	0,58	0,93	1,53	2,63	3,49	-0,82	-0,66	-0,12	0,18	2,11		
			6 matin	-14,70	-14,75	0,38	0,63	1,05	1,69	3,25	-0,89	-0,75	-0,42	0,08	1,84		
10	10,00	-20,20	3 soir	-10,20	-9,75	0,43	0,78	1,33	1,93	3,03	-0,89	-0,70	-0,43	0,16	1,98		
			6 matin	-20,30	-20,75	0,35	0,63	1,18	1,63	2,39	-0,92	-0,70	-0,32	0,23	1,70		
11	-5,60	16,40	3 soir	-8,20	-8,15	0,38	0,73	1,25	1,83	2,88	-1,27	-1,19	-0,62	-0,17	1,38		
			6 matin	-7,00	-6,65	0,48	0,54	1,03	1,43	2,88	-1,02	-0,94	-0,37	-0,17	1,60		
12	-5,20	-8,80	3 soir	-5,80	-5,85	0,78	1,38	0,93	1,43	2,88	-1,17	-1,17	-0,82	-0,24	1,38		
			6 matin	-8,20	-8,15	0,36	0,53	0,73	1,21	2,25	-1,32	-1,27	-0,84	-0,33	1,23		
13	+0,60	-6,50	3 soir	-2,50	-2,35	0,58	0,75	1,03	1,41	2,28	-0,89	-0,82	-0,42	+0,01	1,58		
			6 matin	+0,60	+0,75	0,41	0,53	1,08	1,53	2,33	-1,02	-0,82	-0,53	-0,17	1,48		
14	+2,00	-9,00	3 soir	+1,80	+1,95	0,51	0,64	1,18	1,68	2,95	-0,60	-0,62	-0,37	+0,16	1,83		
			6 matin	-6,70	-6,75	0,18	0,23	0,48	1,39	2,40	-0,82	-0,72	-0,33	+0,07	1,68		
			3 soir	-6,80	-7,15	0,18	0,33	1,12	1,50	2,68	-0,67	-0,61	-0,48	-0,02	1,56		

L'épaisseur de la neige tassée depuis plusieurs jours et mesurée en divers points au-dessus des câbles. le 10 décembre, a été trouvée de 0<sup>m</sup>.25 environ.

Le 15, l'épaisseur de la neige n'a plus que 0<sup>m</sup>.19.

Ces résultats sont à très peu près semblables à ceux qui se déduisent des observations faites par Flaugergues, en Provence, à la fin du siècle dernier <sup>(1)</sup>; ils montrent en outre que la neige seule ne préserve pas de la gelée les corps qu'elle recouvre; elle agit bien comme écran en empêchant le rayonnement du sol et en donnant de l'eau à 0° qui peut s'infiltrer dans la terre, mais encore, au-dessous de 0°, elle subit comme les autres corps, par conductibilité propre, les variations de température, et peut les transmettre au sol, en les atténuant cependant beaucoup en raison de son épaisseur. Mais, s'il existe sous la neige, à la partie supérieure du sol, des corps organisés, de la paille ou simplement les radicelles d'un gazon suffisamment épais couvrant la terre végétale, la mauvaise conductibilité de ces matières suffit pour arrêter la propagation de la gelée, et la préservation des corps organisés sous le sol végétal peut être alors complète.

Les observations précédentes confirment également celles qui ont été faites en 1871 par MM. Becquerel père et Edm. Becquerel, au Muséum <sup>(2)</sup>, dans le même endroit, avec les mêmes instruments et presque, à pareil jour, sous l'influence d'un même abaissement de température. En 1871, le minimum — 20°, 7, dans l'air, a été observé au Muséum le matin du 9 décembre, et cette année, le 10 décembre, il y a eu — 20°, 75. A cette époque, comme en 1879, sous le sol dénudé seul, la température s'est abaissée au-dessous de 0°; mais la gelée a duré moins longtemps, et la couche de neige qui couvrait le sol n'avait que 0<sup>m</sup>, 03 d'épaisseur.

---

rentes profondeurs dans la couche de neige, et comment, par la comparaison des courbes de température au-dessous du sol, on peut se rendre compte de la conductibilité de la neige, par rapport à celle du sol sous-jacent.

(1) GASPARIN, *Cours d'Agriculture*, t. II, p. 61.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXV, p. 1415.

---

✓ SUR

# LES OBSERVATIONS PLUVIOMÉTRIQUES

FAITES

DANS LA NEUSTRIE (PLAINE DE LA FRANCE SEPTENTRIONALE) DE 1688 A 1870,

PAR M. V. RAULIN,

Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

---

Dans le Mémoire n° XII, inséré dans l'*Atlas météorologique de l'Observatoire de Paris* pour les années 1869, 1870 et 1871, sur les observations pluviométriques faites dans le centre de la France de 1765 à 1870, j'ai d'abord donné un aperçu de la structure orographique de la France, comprenant ses bassins orographiques, ses bassins hydrographiques et ses régions naturelles. J'ai fait ensuite une étude plus détaillée de l'une de ces dernières, le *Plateau central*, dont la pente Sud-Est forme le Languedoc méditerranéen, « plateau qui, dit M. Élie de Beaumont, est l'une des deux parties principales du sol de la France; dans chacune d'elles, les parties sont coordonnées à un centre, mais ce centre joue dans l'une et dans l'autre un rôle complètement différent. Ces deux pôles de notre sol, s'ils ne sont pas situés aux deux extrémités d'un même diamètre, exercent en revanche autour d'eux des influences exactement contraires : l'un est en creux et attractif; l'autre, en relief, est répulsif. Le pôle en creux vers lequel tout converge, c'est Paris, centre de population et de civilisation. Le Cantal, placé vers le centre de la partie méridionale, représente assez bien le pôle saillant et répulsif. Tout semble fuir en divergeant de ce centre élevé, qui ne reçoit du ciel qui le surmonte que la neige qui le couvre pendant plusieurs mois de l'année. Il domine tout ce qui l'entoure, et ses vallées divergentes versent les eaux dans toutes les directions. »

Dans ce second Mémoire, je me propose d'exposer ce qui se passe dans la

plaine septentrionale de la France, dont Paris occupe le centre, et que, il y a près de quarante ans, j'ai cru pouvoir désigner sous le nom de Neustrie; elle s'étend du pied du Plateau central au Sud, aux côtes de la Manche au Nord; et des plateaux de la Lorraine et de la Bourgogne à l'Est, à celui de la Bretagne à l'Ouest.

De même que l'étude du Plateau central avait été accompagnée d'une Carte de la moitié méridionale de la France et de profils, à celle de la Neustrie seront joints une Carte de la moitié septentrionale et des profils de ses divers régimes pluviaux.

La Neustrie, appelée aussi bassin de Paris, est une immense plaine, dont la hauteur varie de 100<sup>m</sup> à 300<sup>m</sup>, et qui, en raison de sa grande étendue, présente quelques différences dans ses caractères physiques. La partie située au nord-est de la Seine constitue une sorte de bas plateau, qui dépasse assez souvent 130<sup>m</sup> à 200<sup>m</sup> et qui est découpé par un bon nombre de vallées à flancs rapides, d'une profondeur moyenne de 100<sup>m</sup> à 150<sup>m</sup>, avec sources et cours d'eau. La partie centrale est une plaine unie, sans vallées ni cours d'eau, élevée de 120<sup>m</sup> à 150<sup>m</sup>. Au Sud-Est et au Nord-Ouest sont des parties plus élevées, qui atteignent 200<sup>m</sup> à 300<sup>m</sup> et même 434<sup>m</sup>, et sont découpées par des vallées à pentes rapides de 100<sup>m</sup> à 150<sup>m</sup> de profondeur, avec des cours d'eau. Au Sud-Ouest est une plaine assez unie, de 100<sup>m</sup> à 150<sup>m</sup>, présentant des vallées à pentes un peu rapides, de 50<sup>m</sup> de profondeur moyenne, avec des cours d'eau et quelques sources. La Neustrie est formée par des argiles sableuses, en général peu épaisses, reposant le plus souvent sur la craie pure ou sableuse, ou bien sur des sables et des calcaires tertiaires.

Sur deux points de la partie septentrionale surgissent, par suite de relèvements, des couches du sol qui, partout ailleurs, sont à de grandes profondeurs : dans le bas Boulonnais, de forme triangulaire, situé à l'est de Boulogne, apparaissent les terrains dévonien, jurassique et crétacé inférieur; dans le pays de Bray, très allongé du Nord-Ouest au Sud-Est, de Neufchâtel à Beauvais, percent les terrains jurassique supérieur et crétacé inférieur.

Les parties les moins élevées de la Neustrie sont situées dans le voisinage de la vallée de la Loire, à partir de laquelle la surface se relève vers le Nord et vers le Sud. Dans la partie centrale du département de l'Indre, au nord de la Creuse, entre Châteauroux et la Roche-Pozay, se trouve une petite région spéciale, basse, marécageuse et couverte d'étangs, la Brenne. Au nord-est de celle-ci, dans les départements de Loir-et-Cher et du Cher, surtout entre le Beuvron et la Sauldre, d'Aubigny à Contres, se trouve une autre région dans les mêmes conditions, la Sologne. Toutefois, entre cette dernière et la Loire, au nord de Bourges, existe une large protubérance isolée, le Sancerrois, qui possède la plus forte altitude de la Neustrie entière, 434<sup>m</sup> dans les bois d'Humbligny.

Nous y réunissons maintenant la Champagne, située à l'Est, qui est une plaine

de craie, sèche, onduleuse, atteignant 200<sup>m</sup> à l'Est et seulement 100<sup>m</sup> à l'Ouest, par suite d'un léger abaissement du sol. Les vallées, assez nombreuses, mais à pentes très douces, sont traversées par les cours d'eau qui prennent naissance en Lorraine et en Bourgogne ; les sources et les ruisseaux y sont rares. A la Neustrie se rattache la portion de la Flandre qui forme le département du Nord ; c'est une plaine basse, unie, dont la hauteur varie de 10<sup>m</sup> à 60<sup>m</sup> ; elle est assez humide, entrecoupée de rivières et de canaux et formée par des sables limoneux. Nous y ajoutons un fragment du Haut-Poitou, dont la plus grande partie est rapportée à la grande région de l'Aquitaine.

La Neustrie ainsi définie comprend, dans la moitié septentrionale, la partie française du bassin de l'Escaut, ceux de la Somme, de l'Orne et autres petites annexes de la Manche, enfin et surtout le bassin de la Seine, sauf les parties supérieures des divers affluents situés dans la bordure de la Lorraine et de la Bourgogne. La moitié méridionale comprend la partie médiane du bassin de la Loire avec ses affluents principaux de la rive gauche, ainsi que le Loir et la Sarthe au Nord.

Un grand nombre d'observations ont été faites par beaucoup de personnes s'intéressant au progrès de la Météorologie dans cette grande région trapézoïdale, qui s'étend de la frontière de Belgique et de la Manche jusqu'au pied du Plateau central, entre la Loire et la Vienne ; mais c'est dans le bassin de la Loire que les longues séries ont été commencées le moins anciennement.

C'est sur l'ordre de Colbert, incité par la nécessité de pourvoir à l'alimentation des réservoirs de Versailles, que l'Académie des Sciences de Paris fit entreprendre des observations que Sedileau commença avec le mois de juin 1688, qui furent continuées dès le commencement de l'année suivante à l'Observatoire de Paris par Ph. de la Hire, et qui n'ont été interrompues que pendant les dix-sept années 1755 à 1772 et cinq autres d'août 1798 à septembre 1803, observations qui n'ont été imitées que près d'un tiers de siècle plus tard par les autres nations de l'Europe, d'abord en Suède en 1723, en Italie en 1725, dans les îles Britanniques en 1726.

De 1722 à 1725, des observations ont été faites par l'ingénieur Guillin à Berg-Saint-Vinox (Bergues).

De 1768 à 1780, Duhamel, frère de l'académicien, a observé à Denainvilliers, près de Pithiviers.

Le P. Cotte a fait, de 1771 à 1782, à Montmorency, des observations qu'il a reprises de 1791 à 1810, après en avoir fait à Laon, de 1782 à 1790.

Conformément au vœu de la Société royale de Médecine de Paris, des observations ont été faites pendant plusieurs années, de 1777 à 1786, par les D<sup>rs</sup> Saladin à Lille, Trécourt à Cambrai, de Retz à Arras, Linacier à Chinon, et aussi à Troyes par les PP. Bouthilier et Rondeau.

quelques-unes à peine comme la Somme, l'Oise, l'Eure, le Calvados, et surtout les Ardennes et l'Orne.

Les départements de la plaine septentrionale de la France ou Neustrie, telle qu'elle est comprise ici, avec l'adjonction de la Champagne pouilleuse, peuvent être répartis en quatre groupes de la manière suivante :

Neustrie occidentale ou normande.	Neustrie méridionale ou ligérienne.	Neustrie septentrionale ou parisienne.	Est occidental ou champenois.
Seine-Inférieure.	Loiret.	Nord.	Ardennes.
Eure	Cher.	Pas-de-Calais.	Marne.
Eure-et-Loir.	Indre.	Somme.	Aube.
Sarthe.	Loir-et-Cher.	Aisne.	Haute-Marne.
Orne.	Indre-et-Loire.	Oise.	Yonne.
Calvados.		Seine-et-Marne.	Nièvre.
		Seine-et-Oise (Seine).	

Si plusieurs des départements du pourtour de ce groupe de vingt-quatre départements cèdent des portions de leur territoire aux régions voisines, comme les six départements de l'Est champenois et ceux du Cher, de l'Indre, de la Sarthe et de l'Orne, il en est plusieurs de ceux qui le circonscrivent qui lui cèdent des portions de leur territoire, comme ceux de la Vienne et de Maine-et-Loire.

Comme je l'ai déjà dit, mes études pluviométriques sur le sud-ouest de la France m'ont amené à reconnaître que ce qui est le plus important et le plus caractéristique dans la chute de la pluie à la surface d'une contrée, ce n'est pas la quantité absolue d'eau qui tombe sur le sol pendant l'année, mais la répartition entre les saisons et surtout entre chacun des mois. En effet, alors que les quantités annuelles se trouvent être les mêmes, il y a, sous le rapport de la répartition mensuelle, opposition complète entre la région méditerranéenne et l'Europe médiane et septentrionale, et aussi tout le versant sibérien de l'Asie. Dans cette vaste zone qui s'étend presque des côtes occidentales de la France, des Pays-Bas et de la Scandinavie jusqu'au Kamtchatka, les pluies d'été ont une prépondérance d'autant plus marquée qu'on avance davantage à l'Est, tandis que dans la région méditerranéenne il y a absence presque complète de pluie pendant la même saison.

Les conditions topographiques et surtout orographiques exercent une influence énorme sur la quantité absolue de pluie, tandis qu'elles en ont fort peu sur la répartition mensuelle.

Au point de vue de la *quantité annuelle*, la Neustrie est une région basse moins pluvieuse que celles plus élevées qui l'entourent. C'est même elle qui, à part le Roussillon sur le bord de la Méditerranée, renferme les stations de France, et peut-être de toute l'Europe occidentale, où la moyenne décennale est la moins élevée.

Sur la côte, les quantités moyennes de pluie vont en augmentant de Dunkerque

(522,2) à Cherbourg (833,0); à mesure que de celle-ci on s'avance dans l'intérieur les quantités de pluie vont en diminuant.

Dans la Neustrie, les quantités annuelles qui sont moyennes, oscillent généralement entre 500<sup>mm</sup> et 700<sup>mm</sup>; elles ne dépassent généralement cette dernière qu'au voisinage de la côte, comme à Fécamp (780,0). C'est dans la partie centrale que tombe une quantité de pluie moins grande, de Paris (491,7) au delà de Champigny (Loir-et-Cher) (549,8) et dans la Sarthe, surtout à Loué (399,5). Dans la Champagne dite *pouilleuse*, c'est-à-dire dans les parties crayeuses des départements de la Marne et de l'Aube, les quantités diminuent encore plus; elles atteignent leur minimum sur l'Aisne à Berry-au-Bac (393,5) et sur la Seine à Barberey (428,0).

Les lignes isombres n'ont pu encore être arrêtées définitivement et tracées sur la Carte.

Dans les pays qui entourent la Neustrie et la Champagne, les quantités de pluie sont plus considérables et les moyennes décennales plus élevées; ainsi :

A l'Ouest.	mm	Au Sud.	mm	Au Sud-Est.	mm	A l'Est.	mm
Cherbourg.	833,0	Châtillon-en-Bazois.	879,2	Langres ...	1011,5	Hirson ....	763,2
Beauficel...	1139,6	Auzance.....	837,5	Saint-Seine.	951,6	Verdun....	814,6
Laval.....	823,0	Dun-le-Palleteau...	892,8	Vitteaux...	930,9	Bar-le-Duc.	872,3
Angers....	756,8	Poitiers .....	711,5	Les Seltons.	1620,0	Frain.....	806,6

Au point de vue de la *répartition semestrielle de la pluie* entre les moitiés froide et chaude de l'année, la Neustrie appartient pour la plus grande partie à la région où les pluies sont plus abondantes pendant la moitié chaude; mais la partie Nord-Ouest, sur une largeur parfois considérable, à partir de la côte de la Manche, appartient à la région des pluies plus abondantes pendant la moitié froide. La ligne de séparation traverse la frontière de Belgique entre Lille et Dunkerque, d'où elle s'avance dans l'intérieur jusqu'au delà d'Arras et d'Albert; elle revient à Abbeville, d'où elle va, par les environs de Beauvais, Évreux, Chartres, Alençon et le Mans, rejoindre Angers. Sa direction moyenne jusque-là est au Sud-Sud-Ouest et plus ou moins parallèle à la direction générale de la côte de la Manche; mais, après avoir traversé la Loire, elle tourne au Sud-Est vers Poitiers et Tulle, devenant alors parallèle à la côte de l'océan Atlantique.

Ce régime littoral, qui, à partir de Dunkerque, occupe la Belgique et la Hollande, repasse la frontière entre Landrecies et l'Alsace et pousse dans le plateau de la Lorraine trois digitations, dont les deux occidentales nous intéressent : celle qui s'avance à Châlons et Montmort; celle qui, de Verdun et de la vallée de la Meuse, va par Joinville occuper le plateau de Langres et s'avancer à Bar-sur-Aube et Bar-sur-Seine. Dans son prolongement se trouvent deux îlots, l'un à Toucy, à l'ouest d'Auxerre, et l'autre à Cheverny et Pontlevoy, au sud-est de Blois.

Ces deux régions, indiquées par les lettres F et C, sont, ainsi que les divers îlots, délimités sur la Carte (voir Carte B. I) par les grosses lignes noires.

Au point de vue de la *répartition trimestrielle de la pluie* entre les saisons météorologiques, en tenant compte des diverses modifications que présente la Neustrie, on peut y reconnaître l'existence de quatre des six régimes pluviaux bien distincts établis pour le Plateau central, auxquels vient s'en ajouter un nouveau (VII) :

- I. Hiver le moins et été le plus pluvieux (Moulins).
- II. Série ascendante de l'hiver à l'automne (Lyon).
- III. Hiver et été secs ; automne très pluvieux (Mende).
- V. Printemps et été un peu secs ; automne pluvieux (Limoges).
- VII. Hiver et été pluvieux (Bar-le-Duc).

Les régimes IV (Montpellier) et VI (Toulouse) n'ont encore été rencontrés que très accidentellement.

La région C renferme à peu près exclusivement les régimes I et II, la région F le régime V. Les deux régimes III et VII, fort restreints, s'étendent indifféremment sur les régions C et F. On voit ces divers régimes se succéder dans l'ordre suivant, en descendant de la Manche vers le Sud :

Le régime V du littoral de la Manche et de l'Atlantique, qui s'étend de la frontière de Belgique à l'île de Noirmoutier, s'avance de Dunkerque au delà de Lille, de Calais et Boulogne au delà d'Arras et d'Albert ; ensuite jusqu'au delà de Gournay, de Rouen, d'Evreux, de Courville, d'Alençon et jusqu'à Angers, sur la Loire, d'où il tourne au Sud-Est vers Poitiers ; entre ces deux villes commence une bande qui, par Chinon, Loches, Pontlevoy et Cheverny, au sud de la Loire, va atteindre Coullons, à peu de distance de Gien.

De la Belgique, que ce régime envahit en grande partie, il s'avance entre Maubeuge et la Meuse, à Hirson, et jusqu'à la Caure et Sommesous, au delà de Châlons. Il forme, en outre, l'îlot de Toucy, à l'ouest d'Auxerre.

Le régime VII, placé entre les régimes V et I, forme, de la frontière de Belgique à la vallée de l'Armançon, une zone interrompue et partagée en plusieurs îlots : Landrecies et Laon ; Châlons, Sainte-Menehould et Bar-le-Duc ; Bar-sur-Seine et Tonnerre. A l'Ouest se trouve un îlot assez étendu, bien détaché, celui de Pithiviers ; enfin, un petit îlot perdu existe sur la côte de la Manche, à la Chapelle-du-Bourgay, au-dessus de Dieppe.

Le régime III forme une zone morcelée qui borde le régime V à Chartres et d'Alençon à Angers et les Ponts-de-Cé.

Le régime II forme une zone le plus souvent intermédiaire, mais morcelée, entre les régimes V et I : de Saint-Quentin et Abbeville au delà de Beauvais ; d'Illiers au Mans. En avant il forme un îlot perdu à Fatouville, à l'embouchure

de la Seine. Une zone intérieure, entourée presque partout par le régime I, commence à Paris, remonte la Seine jusqu'à Montereau et, par Montargis, va traverser la vallée de la Loire de Gien au delà d'Orléans; elle embrasse toute la Sologne, dont le centre est occupé par le régime V, et s'étend vers le Nord autour de Blois et de Tours, pour se terminer au régime III au nord des Ponts-de-Cé et au régime V au sud. Vers le Sud, elle s'avance non loin de Bourges et va rejoindre la zone méridionale du Plateau central par Châteauroux et le Blanc, au delà desquels elle aboutit au régime V.

Enfin le régime I, qui forme la partie septentrionale du Plateau central, de Decize à Saint-Amand, s'avance jusqu'à Issoudun, traverse la Loire entre Nevers et Gien, et va occuper une vaste surface comprenant Auxerre, Troyes, Vitry-le-Français, Reims, Clermont de l'Oise, Meaux et Pontoise; elle est ainsi limitée à l'Est par le régime VII et quelques prolongements du régime V, au Nord par le régime II, et à l'Ouest par la zone intérieure du même régime.

De Pontoise une ramification, séparée à l'Est par le régime II intérieur, s'étend au Sud à Étampes, d'où une première ramification s'avance jusqu'à la Loire, à l'est d'Orléans, et une seconde au Sud-Ouest, par Vendôme jusqu'au Mans et Sablé, où elle vient se terminer au régime III.

Un îlot, près de la frontière de Belgique, comprend Valenciennes, Cambrai, Douai et Hendecourt.

Ces divers régimes sont indiqués sur la Carte par des hachures variées et pourvus des chiffres romains qui leur ont été attribués. Sur cette Carte, les noms des stations sont en caractères d'autant plus importants que le nombre des années d'observation est plus grand.

Les deux Tableaux suivants présentent les moyennes générales des observations faites aux deux cents stations de la Neustrie. Le premier comprend les noms des observateurs, les altitudes, les années d'observations, et les quantités annuelles, semi-annuelles et trimestrielles; le second comprend les quantités mensuelles. Les stations sont réunies en cinq groupes, correspondant à chacun des cinq régimes précédemment indiqués, et dans lesquels quelques subdivisions géographiques sont établies. Quelques stations de régime trimestriel exceptionnel, par suite d'un nombre trop limité d'années, sont placées dans leur division géographique, mais précédées d'un astérisque et suivies du chiffre de leur régime spécial.

Stations et observateurs.	Altitudes.	Période.	Années d'observations.	Quantités annuelles.	Année		Saisons.			
					moitié froide.	moitié chaude.	Hiver.	Print.	Été.	Aut.
<b>RÉGIME I. — Hiver le moins et été le plus pluvieux.</b>										
<b>A. — Zone orientale.</b>										
Berry-au-Bac (Aisne), ag. du Canal.	63,0 <sup>m</sup>	1859-1870	12	405,9 <sup>mm</sup>	168,6 <sup>mm</sup>	237,3 <sup>mm</sup>	78,1 <sup>mm</sup>	87,6 <sup>mm</sup>	129,0 <sup>mm</sup>	111,2 <sup>mm</sup>
Reims (Marne), gardes du Canal.	81,0	1858-1870	12	404,4	198,6	265,8	87,7	98,0	142,9	135,8
Les Mesneux (Marne), M. Char-										
donnet .....	105,0	1853-1859	6	565,5	221,3	344,2	113,4	170,3	166,8	115,0
Vauxrot (Aisne), éclusier du Canal.	43,6	1864-1870	7	413,8	180,4	233,4	81,0	97,7	122,3	112,8
* Soissons (Aisne), M. Tassin (V.).	43,7	1864-1870	7	577,2	282,9	294,3	140,3	133,0	151,9	152,0
Meaux (Seine-et-Marne), M. le D <sup>e</sup>										
Le Roy .....	50,0	1858-1873	15	577,3	264,7	313,1	115,5	136,6	166,7	158,5
* Aubervilliers (Seine), M. Alexandre										
(III) .....	47,2	1866-1870	4	514,1	220,8	293,3	93,8	154,1	111,9	154,3
Saint-Maur (Seine), M. Lecœur.	39,2	1866-1871	5	556,4	239,9	316,5	105,8	153,6	150,7	146,3
Melun (Seine-et-Marne), agents										
des P. et Ch. ....	49,0	1861-1870	10	416,9	170,1	246,8	66,8	101,6	135,8	113,7
* Bois des Planches (Marne), M. Hai-										
mart (VII) .....	156,5	1865-1870	6	567,0	267,2	299,8	135,8	126,9	157,1	147,2
* Bois des Trois-Fontaines (Marne),										
M. Poulet (VII) .....	197,5	1865-1870	5	734,7	340,8	393,9	174,5	174,2	231,7	154,3
Vitry-le-François (Marne), MM.										
Guillemin et Diot .....	108,0	1859-1870	12	644,3	297,7	346,6	139,3	144,8	187,3	172,9
Chaumesnil (Aube), M. Briot .....	147,0	1861-1870	10	521,1	237,2	283,9	97,1	105,1	164,3	154,6
Barbercy (Aube), M. Rousselle .....	98,0	1859-1870	12	446,7	187,0	259,7	81,1	103,2	141,0	121,4
Troyes (Aube), P. P. Bouthilier et										
Rondeau; École normale .....	105,?	1778-1870	14	567,0	272,8	294,2	131,2	145,3	149,2	141,3
Saint-Martin près Sens (Yonne),										
agents des P. et Ch. ....	66,0	1859-1870	12	581,0	275,3	305,7	114,9	137,2	166,5	162,4
Sens (Yonne), agents des P. et Ch.	74,5	1849-1870	14	625,8	297,0	328,8	131,4	157,1	175,3	162,0
Joigny (Yonne), ag. des P. et Ch.	82,0	1853-1870	18	607,8	279,3	328,5	121,1	141,7	183,5	161,5
Laroche (Yonne), ag. du Canal .....	85,0	1837-1870	34	575,6	269,1	306,5	118,4	133,8	162,7	160,7
Moutiers (Yonne), M. Herry .....	298,3	1862-1870	9	606,4	274,6	331,8	112,3	136,1	198,4	139,6
Rogny (Yonne), M. Baudin .....	173,0	1862-1870	9	636,7	288,4	347,3	113,7	147,9	194,6	179,5
Champoulet (Loiret), M. Morisset.	222,0	1862-1870	9	529,0	242,7	286,2	94,3	128,0	161,4	155,3
Gien (Loiret), agents des P. et Ch.	130,0	1849-1870	22	545,3	240,4	304,9	98,2	135,5	142,4	149,2
Châtillon-sur-Loire (Loiret), M. Re-										
baudingo .....	150,?	1858-1870	11	649,7	316,9	332,8	142,9	153,1	190,3	163,4
Aubigny-sur-Nère (Cher), M. Piozet-										
Delor .....	191,0	1865-1870	6	678,3	349,7	328,6	157,5	167,0	184,8	169,0
Saint-Satur (Cher), M. Biard et										
ag. des P. et Ch. ....	150,0	1859-1870	12	719,9	355,5	364,4	160,8	171,4	195,2	192,5
Givry (Cher), agents des P. et Ch.	170,0	1859-1870	12	716,6	343,2	373,4	148,2	175,7	197,7	195,0
Bourges (Cher), M. Montelle .....	151,1	1859-1870	12	637,6	301,2	336,4	120,8	149,1	186,5	181,2

Stations et observateurs.	Altitudes.	Période.	Années d'observations.	Quantités annuelles.	Année		Saisons.			
					moitié froide.	moitié chaude.	Hiver.	Print.	Été.	Aut.
<b>B. — Zone occidentale.</b>										
Valenciennes (Nord), MM. Hounis, Blanvillain.....	30,0	1841-1870	17	689,3	328,4	360,9	138,8	166,4	193,8	190,3
Cambrai (Nord), M. Cl. Évrard et Hôp. milit.....	51,0	1842-1870	11	602,5	283,5	319,0	131,3	148,7	158,8	163,7
Douai (Nord), M. Offret, et École normale.....	23,5	1865-1869	5	635,7	313,5	322,2	163,3	171,6	158,9	141,9
Hendecourt-lès-Cagnicourt (Pas-de-Calais), M. Proyart.....	80, ?	1854-1870	16	598,1	252,5	345,6	110,3	156,4	171,6	159,8
Venette (Oise), agents des P. et Ch.	40,0	1861-1870	10	445,7	180,3	265,4	77,8	114,2	132,8	120,9
Clermont (Oise), M. le D <sup>r</sup> Rottée.	84,5	1853-1870	17	604,8	255,4	349,6	122,6	150,6	180,9	150,7
Pontoise (Seine-et-Oise), agents des P. et Ch.....	33,0	1861-1870	10	459,1	197,0	262,1	86,5	107,8	136,7	128,1
Montmorency (Seine-et-Oise), P. Colte.....	139,4	1771-1810	28	551,6	258,4	293,2	124,8	110,1	163,0	153,7
Versailles (Seine-et-Oise), M. le D <sup>r</sup> Bérigny.....	115,5	1846-1870	24	557,8	249,6	308,2	108,2	144,5	157,8	147,3
Rambouillet (Seine-et-Oise), ag. des P. et Ch.....	145, ?	1866-1870	4	613,5	276,6	336,9	128,2	180,3	145,7	159,3
Dourdan (Seine-et-Oise), ag. des P. et Ch.....	117,0	1866-1870	4	530,6	217,8	312,8	90,4	161,5	137,5	141,2
Nemours (Seine-et-Marne), M. le D <sup>r</sup> Goupil des Pallières.....	60,0	1852-1870	17	584,8	275,5	309,3	129,9	140,7	159,9	155,0
Combreaux (Loiret), M. Muzard.	127,0	1862-1870	9	580,4	270,1	310,3	108,9	132,9	179,0	159,6
Courpalet (Loiret), M. Jobet....	129,6	1862-1870	9	585,9	271,1	314,8	104,3	137,6	172,8	171,2
Auneau (Eure-et-Loir), agents des P. et Ch.....	150, ?	1866-1870	5	552,0	230,5	231,5	97,4	151,2	164,6	138,8
Janville (Eure-et-Loir), agents des P. et Ch.....	142,0	1866-1870	5	643,7	210,1	335,1	32,7	188,5	177,5	175,4
Voves (Eure-et-Loir), agents des P. et Ch.....	147,0	1866-1870	5	614,9	271,5	344,4	132,1	150,8	168,4	163,6
Bonneval (Eure-et-Loir), M. Leneveu.....	125,0	1866-1870	4	652,5	283,1	369,4	140,1	172,4	179,6	160,4
Châteaudun (Eure-et-Loir), M. Clément.....	142,0	1866-1870	5	594,3	274,8	319,5	133,7	144,0	158,6	158,0
Ménars (Loir-et-Cher), M. Caillaux.	92,6	1855-1869	15	602,2	266,7	335,5	119,2	155,5	165,3	162,2
Champigny (Loir-et-Cher), M. Desaignes.....	117,0	1852-1870	15	531,5	232,5	299,0	103,2	126,5	153,8	148,0
Vendôme (Loir-et-Cher), MM. Renou et Geoffroy-Boutrais.....	82,0	1851-1870	20	577,8	263,0	314,8	120,8	143,3	162,2	151,5
Saint-Calais (Sarthe), MM. Torchet et Duloir.....	100,0	1861-1870	10	577,2	271,9	305,3	124,5	142,0	161,9	148,8
Connerré (Sarthe), M. Fernet....	64,0	1861-1870	10	526,7	243,4	283,3	108,1	128,3	147,4	142,9
Écommoy (Sarthe), M. Poirrier.	86,5	1861-1870	10	681,7	324,7	353,0	148,6	164,9	185,0	183,2
Mayet (Sarthe), M. Tiger.....	80,5	1861-1872	11	545,9	259,4	286,5	119,9	128,1	149,4	148,5
Château-du-Loir (Sarthe), MM. Dupuy et Soreau.....	61,0	1861-1870	10	570,1	265,9	304,2	118,6	141,4	163,3	146,8
Vaas (Sarthe), M. Tommeret....	49,0	1861-1870	10	556,7	262,9	293,8	115,1	140,9	157,6	143,1
Fouletourte (Sarthe), M. Morin.	76,5	1861-1870	10	457,2	224,7	235,5	99,4	119,5	119,2	119,1
Loué (Sarthe), M. Gaudin.....	71,0	1861-1870	10	399,5	180,3	219,2	81,8	96,6	115,4	105,7

Stations et observateurs.	Altitudes.	Période.	Années d'observations.	Quantités annuelles.	Année		Saisons.			
					moitié froide.	moitié chaude.	Hiver.	Print.	Été.	Aut.
<b>RÉGIME II. — Série ascendante de l'hiver à l'automne.</b>										
<b>A. — Zone extérieure occidentale.</b>										
* Côte de Crèvecœur (Marne), M. Beaujard (VII).....	m 177,7	1865-1870	6	mm 669,4	mm 327,0	mm 342,4	mm 160,5	mm 152,7	mm 179,0	mm 177,2
Sainte-Mencheuld (Marne), M. Guillemin.....	135,8	1865-1870	6	566,0	273,6	292,4	128,8	136,2	150,2	150,8
* Suippes (Marne), M. Dedet (V).	136,5	1865-1870	6	616,1	310,3	305,8	151,3	148,2	154,5	162,1
Saint-Quentin (Aisne), M. Souplet.	75,0	1859-1868	10	589,5	282,1	307,4	139,2	145,5	151,9	152,9
Montdidier (Somme), MM. V. et C. Chandon.....	98,4?	1784-1869	86	566,0	264,4	301,6	125,8	127,1	158,1	155,0
Amiens (Somme), École normale.	20,?	1865-1870	5	563,8	280,5	283,3	139,8	160,7	132,5	130,8
Abbeville (Somme), MM. Brion, Decharmes et Hequet.....	22,4?	1841-1859	19	697,3	337,5	359,8	141,3	147,9	189,9	218,2
Beauvais (Oise), M. V. Lhuillier.	70,0	1858-1870	13	557,9	262,8	295,1	121,4	127,3	152,6	156,6
Fatouville (Eure), gardiens du Phare.....	96,0	1856-1870	15	788,6	376,6	392,0	182,9	189,8	197,0	218,9
Maintenon (Eure-et-Loir), agents des P. et Ch.....	100,?	1866-1870	5	601,1	269,7	331,4	126,4	152,5	157,4	164,8
Illiers (Eure-et-Loir), M. Girard.	171,0	1866-1870	5	588,6	261,8	326,8	120,9	149,2	152,0	166,5
Marboué (Eure-et-Loir), M. Delcros.....	110,0	1853-1858	5	604,1	320,0	374,1	92,9	158,5	174,7	178,0
Montmirail (Sarthe), M. Beauclair.	222,0	1861-1870	10	515,7	242,4	273,3	104,7	124,6	141,8	144,6
Bouloire (Sarthe), M. Tourteau.	128,0	1861-1870	10	544,7	264,8	279,9	118,0	135,6	144,1	147,0
La Ferté-Bernard (Sarthe), M. Blondeau.....	90,0	1861-1870	8	589,2	286,2	303,0	134,1	142,5	148,8	163,8
Monhoudou (Sarthe), M. Châtain.	122,0	1861-1870	10	552,0	281,3	270,7	127,5	131,5	135,5	157,5
Neufchâtel (Sarthe), M. Gilbert.	151,0	1861-1870	10	636,4	329,1	307,3	148,9	152,0	155,0	180,5
Assé, Saint-Léonard (Sarthe), M. Lemonnier.....	120,0	1861-1870	10	596,0	306,9	289,1	138,1	142,0	149,2	166,7
* Le Mans (Sarthe), Société d'Agriculture (V.).....	77,?	1811-1830	18	733,8	373,7	360,1	184,8	180,6	159,8	207,6
Le Mans (Sarthe), M. Endrès et M. Bonhomme.....	77,?	1850-1870	19	628,0	304,0	324,0	145,6	150,1	158,8	173,5
Le Mans (Sarthe), M. Ricour et M. d'Amécourt.....	61	1861-1870	10	602,5	294,5	308,0	137,7	144,4	157,4	163,0
<b>B. — Zone intérieure orientale.</b>										
* Paris (Ménilmontant), ag. des P. et Ch. (I).....	50,6	1859-1867	9	555,5	235,7	319,8	97,9	140,3	162,5	154,8
» (La Villette), ag. des P. et Ch.	54,5	1859-1870	12	579,7	262,4	317,3	112,5	142,0	160,8	164,4
» (Monceau), ag. des P. et Ch.	52,6	1859-1870	12	543,8	244,4	299,4	105,0	133,2	147,2	158,4
» (Passy), agents des P. et Ch.	77,6	1859-1870	12	504,3	218,8	285,5	90,4	124,0	140,0	149,9
» (Vaugirard), ag. des P. et Ch.	49,6	1859-1870	12	499,7	226,7	273,0	94,4	124,0	133,9	147,4
» (rue N.-D.-des-Champs), M. Sagnier (I).....	50,?	1854-1870	17	555,0	237,5	317,5	107,0	138,4	163,1	146,3
» (la Monnaie), ag. des P. et Ch. (VI).....	39,8	1865-1870	6	533,3	243,0	290,3	100,0	152,2	131,0	150,1
» (Saint-Victor), ag. des P. et Ch. ....	49,7	1859-1870	12	560,9	257,9	303,0	109,8	133,0	153,5	164,6
* (le Panthéon), ag. des P. et Ch. ....	59,0	1859-1870	12	548,1	245,8	302,3	103,2	135,2	148,9	160,8

Stations et observateurs.	Altitudes.	Période.	Années d'observations.	Quantités annuelles.	Année		Saisons.			
					moitié froide.	moitié chaude.	Hiver.	Print.	Ete.	Aut.
» (Observatoire, cour). Boulevard, Arago, Le Verrier.	58,0 <sup>m</sup>	1817-1870	54	569,6 <sup>mm</sup>	268,4 <sup>mm</sup>	301,2 <sup>mm</sup>	116,9 <sup>mm</sup>	138,2 <sup>mm</sup>	156,8 <sup>mm</sup>	157,7 <sup>mm</sup>
Vincennes (Seine), Hôp. militaire.	53,0	1864-1875	10	568,2	280,4	287,8	135,1	136,9	113,1	153,1
* Gournay et Neuilly-sur-Marne (Seine-et-Marne), ag. des P. et Ch. (III).....	40,0	1866-1870	4	421,8	196,9	224,9	77,8	124,3	94,2	125,5
Champcueil (Seine-et-Oise), Breguet père.....	80,7	1838-1858	20	598,8	261,8	337,0	110,2	136,4	167,9	184,3
Courbeton (Seine-et-Marne), ag. des P. et Ch.....	57,0	1861-1870	10	660,2	317,8	342,4	138,3	147,2	185,4	189,3
* Courtenay (Loiret), ag. des P. et Ch. (III).....	160,7	1867-1870	4	490,5	250,1	246,4	100,4	130,1	125,6	140,4
Château-Renard (Loiret), ag. des P. et Ch.....	120,7	1867-1870	4	535,2	261,3	273,9	103,4	133,1	140,3	158,4
Montargis (Loiret), M. Parant....	88,0	1855-1870	15	600,7	272,8	327,9	116,6	148,1	164,1	174,9
* Beaune-la-Rolande (Loiret), ag. des P. et Ch. (I).....	110,7	1867-1870	3	439,4	196,9	242,5	88,0	113,4	122,5	115,5
Grignon (Loiret), M. Morlet.....	116,2	1862-1870	8	567,4	279,3	288,1	101,2	124,1	166,8	175,3
* Châteauneuf (Loiret), ag. des P. et Ch. (I).....	114,0	1866-1870	5	588,6	263,7	324,9	123,7	149,8	166,6	148,5
Orléans (Loiret), ag. des P. et Ch.	100,0	1849-1870	22	633,9	286,0	347,9	127,2	159,5	173,1	174,1
* Patay (Loiret), ag. des P. et Ch. (VI).....	130	1866-1870	5	735,8	323,2	412,6	150,6	207,9	184,2	193,1
* Beaugency (Loiret), ag. des P. et Ch. (VI).....	93,0	1867-1870	4	600,3	270,2	330,1	113,6	173,0	152,1	161,6
Blois (Loir-et-Cher), M. Blondin, P. et Ch.....	71,2	1849-1870	22	694,2	328,1	366,1	149,8	172,3	180,0	192,1
* Tours (Indre-et-Loire), ag. des P. et Ch. (III).....	53,7	1849-1870	22	615,8	296,6	319,2	136,7	162,6	152,0	164,5
Tours (Indre-et-Loire), Delaunay, Barnsby.....	55,0	1850-1870	20	558,9	269,6	289,3	111,2	128,5	144,6	174,6
La Chartre (Sarthe), M. Lecomte.	62,0	1861-1870	10	598,2	255,2	343,0	132,0	143,3	161,2	161,7
La Flèche (Sarthe), M. Oudet....	36,0	1861-1870	10	514,5	246,5	268,0	108,2	120,1	144,1	145,1
Thouarcé (Maine-et-Loire), M. Raimbault.....	47,0	1844-1852	9	666,8	321,8	345,9	143,2	155,2	163,0	205,4
Brinon (Cher), M. Goussot.....	138,0	1859-1870	12	737,3	365,4	371,9	152,7	158,4	210,0	216,7
La Chapelle-d'Angillon (Cher), M. Maréchal.....	195,0	1854-1864	10	934,1	458,9	475,2	211,4	225,9	236,2	260,6
Selles-sur-Cher (Loir-et-Cher), M. Coudray.....	90,0	1859-1870	12	532,0	245,1	287,1	93,4	128,6	149,4	160,6
Issoudun (Indre), M. Sabourin....	139,0	1859-1870	12	673,0	324,7	348,3	131,4	159,9	184,0	197,7
Châteauroux (Indre), ag. des P. et Ch.....	160,0	1859-1870	12	678,7	332,8	345,9	134,0	160,1	180,9	203,7
Sainte-Sévère (Indre), ag. des P. et Ch.....	258,0	1859-1870	12	726,9	347,7	379,2	145,9	184,1	193,5	203,4
Mézières (Indre), ag. des P. et Ch.	90,0	1859-1870	12	763,2	399,1	364,1	173,1	178,5	186,0	225,6
Le Blanc (Indre), ag. des P. et Ch.	75,0	1859-1870	12	697,1	351,2	345,9	151,6	164,6	171,1	209,8
Argenton (Indre), ag. des P. et Ch.	105,0	1859-1870	12	798,9	415,3	383,6	171,8	180,6	194,5	252,0
Saint-Benoist-du-Sault (Indre), ag. des P. et Ch.....	220,0	1859-1870	12	721,6	339,3	382,3	131,6	164,9	212,5	212,6

Stations et observateurs.	Alti- tudes.	Période.	Années d'ob- serva- tions.	Quan- tités an- nuelles.	Année		Saisons.			
					moitié froide.	moitié chaude.	Hiver.	Print.	Été.	Aut.
<b>RÉGIME III. — Hiver et été pluvieux.</b>										
Landrecies (Nord), M. Brochet...	135,2	1847-1870	24	782,7	391,5	391,2	192,1	176,3	212,2	202,1
Laon (Aisne), le P. Cotte et ag. des P. et Ch. ....	185,0	1782-1870	18	652,4	318,3	334,1	151,9	143,1	180,8	176,6
Montmort, vallée (Marne), ag. des P. et Ch. ....	169,0	1865-1870	6	638,5	321,0	317,5	170,3	149,1	160,3	158,8
* Montmort, village (Marne), ag. des P. et Ch. (V) ....	198,0	1865-1870	6	727,4	379,7	347,7	191,3	163,3	178,1	191,7
La Neuville-au-Pont (Haute-Marne), M. Dautel ....	138,3	1859-1870	12	672,4	325,0	347,4	152,1	145,3	194,6	180,4
Vendeuvre (Aube), M. Gigot ....	165,0	1859-1870	12	791,6	393,3	398,3	181,2	173,5	228,4	208,5
* Malesherbes (Loiret), ag. des P. et Ch. ....	144,0	1866-1870	5	619,8	276,3	343,5	126,6	147,0	131,3	164,9
* Denainvilliers (Loiret), Duhamel frère (I) ....	125,0	1768-1780	13	477,3	209,1	368,2	99,0	110,0	138,6	129,7
* Pithiviers (Loiret), ag. des P. et Ch. (I) ....	116,0	1866-1870	5	536,4	219,4	317,0	108,7	120,8	172,2	134,7
* Outarville (Loiret), ag. des P. et Ch. (I) ....	125,0	1866-1870	5	593,3	250,5	342,8	420,1	146,6	172,9	153,7
Neuville-aux-Bois (Loiret), ag. des P. et Ch. ....	122,0	1866-1870	5	598,0	277,8	320,2	136,1	134,2	170,2	157,5
* Ouzouer-le-Marché (Loir-et-Cher), P. et Ch. (I) ....	133,0	1866-1870	4	564,6	264,7	299,9	132,4	134,0	158,8	139,4
Blois (Loir-et-Cher), MM. Lunier et Blanchet. ....	106,0	1860-1870	11	626,9	303,1	323,8	132,4	131,7	183,3	179,5
La Ferté-Saint-Aubin (Loiret), ag. des P. et Ch. ....	105,0	1858-1870	4	578,1	272,6	305,5	122,2	147,5	153,4	155,5
La Chapelle-du-Bourgay (Seine- Inférieure), Nell, de Bréauté..	139,7	1839-1847	9	761,6	336,5	425,1	179,9	163,5	221,9	196,3
<b>RÉGIME IV. — Hiver et été secs; automne très pluvieux.</b>										
Chartres (Eure-et-Loir), École normale ....	157,2	1862-1870	9	565,8	277,9	287,4	110,8	156,7	137,8	160,5
Dammarié (Eure-et-Loir), ag. des P. et Ch. ....	160,0	1866-1870	5	560,4	245,5	314,9	103,2	160,9	133,9	162,4
La Fresnaye (Sarthe), M. Chambay.	153,0	1861-1870	10	621,4	293,2	328,2	133,2	164,5	140,9	162,8
* La Guierche (Sarthe), M. Au- guste (VI) ....	54,0	1861-1870	4	486,3	233,1	253,2	107,7	154,5	97,5	126,6
Conlie (Sarthe), M. Legay. ....	129,5	1861-1870	10	580,1	274,8	305,3	123,4	156,2	149,5	171,3
Sablé (Sarthe), M. Carreau. ....	27,0	1861-1870	10	451,3	230,1	221,2	105,1	118,6	104,9	122,7
Le Plessis-Grammoire (Maine-et- Loire), M. Letessier. ....	40,0	1849-1870	22	777,2	381,4	395,8	174,1	206,4	175,3	221,4
Les Ponts-de-Cé (Maine-et-Loire), ag. des P. et Ch. ....	16,0	1849-1870	22	640,8	328,1	312,7	158,5	162,7	144,8	174,8

Stations et observateurs.	Altitudes.	Période.	Années d'observations.	Quantités annuelles.	Année		Saisons.			
					moitié froide.	moitié chaude.	Hiver.	Print.	Été.	Aut.

RÉGIME V. — *Printemps et été un peu secs; automne pluvieux.*

A. — Zone littorale occidentale.

Lille (Nord), M. V. Meurein . . . . .	25,0 <sup>m</sup>	1851-1870	19	681,3 <sup>mm</sup>	333,9 <sup>mm</sup>	347,4 <sup>mm</sup>	159,1 <sup>mm</sup>	150,0 <sup>mm</sup>	178,6 <sup>mm</sup>	193,6 <sup>mm</sup>
* Bergues (Nord), Guillin (VII) . . . . .	10 ?	1722-1725	4	645,5	340,9	304,6	175,1	115,9	182,8	171,7
Dunkerque (Nord), MM. les D <sup>rs</sup> Bobilier et Zandyck . . . . .	7,5	1853-1870	18	522,2	253,7	268,5	115,0	100,2	142,9	164,1
S <sup>t</sup> -Omer (Pas-de-Calais), D <sup>r</sup> Coze . . . . .	15 ?	1855-1870	15	518,7	275,1	243,6	129,7	117,5	112,3	151,7
Calais (Pas-de-Calais), M. Delanoy, phare . . . . .	13,0	1860-1870	11	517,9	284,4	233,5	127,3	96,9	116,0	177,7
Cap Gris-Nez (Pas-de-Calais), gardes du phare . . . . .	50,0	1868-1874	4	481,6	294,0	187,6	144,8	85,3	81,1	170,4
Boulogne (Pas-de-Calais), D <sup>r</sup> Demarle . . . . .	11,5	1820-1823	4	931,9	522,2	409,7	215,4	200,7	221,5	294,3
Arras (Pas-de-Calais), de Retz et M. Pagnoul . . . . .	75 ?	1776-1876	9	642,2	352,8	289,4	149,0	136,4	146,9	209,9
Albert (Somme), M. Comte . . . . .	66,0	1865-1875	10	642,0	339,3	302,7	155,8	135,7	146,6	203,9
Aumale (Seine-Infér.), M. Gaffet . . . . .	120,0	1866-1870	5	708,6	400,5	308,1	202,4	151,7	147,9	206,6
Blangy (Seine-Inférieure), M. Malligorne . . . . .	53,0	1866-1870	5	642,4	336,8	305,6	155,4	134,3	137,5	215,2
Eu (Seine-Infér.), M. Ferrand . . . . .	42,5	1866-1870	5	833,7	469,9	363,8	222,6	166,4	175,8	268,9
Gournay (Seine-Infér.), M. Élie . . . . .	97,7	1866-1870	5	669,2	364,8	304,4	196,1	154,7	115,5	202,9
Forges-les-Eaux (S.-Inf.), M. Parisy . . . . .	163,5	1866-1870	5	608,0	323,7	284,3	157,6	135,5	121,1	193,8
Neufchâtel (Seine-Inf.), M. Héliot . . . . .	103,0	1866-1870	5	746,2	428,8	317,4	186,1	153,7	142,3	264,1
Londinières (Seine-Inf.), M. Caille . . . . .	78,5	1866-1870	5	783,5	442,9	340,6	215,0	167,4	161,7	239,4
Dieppe (Seine-Inf.), M. Hochard . . . . .	5,5	1866-1870	5	598,8	311,4	287,4	150,6	129,8	127,1	191,3
Buchy (Seine-Inf.), M. Letailleur . . . . .	192,5	1866-1870	5	752,1	418,7	333,4	218,8	179,7	138,8	224,8
Tôtes (Seine-Inférieure), M. Renault . . . . .	164,0	1866-1870	5	1005,8	560,6	445,2	288,4	216,3	201,5	299,6
Longueville (Seine-Inf.), M. Canu . . . . .	61,0	1861-1870	5	741,9	368,9	373,0	184,0	165,2	172,6	220,1
Cany (Seine-Infér.), M. Bénard . . . . .	19,8	1866-1870	5	945,6	529,3	416,3	260,7	184,8	201,8	298,3
Fécamp (Seine-Inf.), M. E. Marchand . . . . .	18,7	1853-1870	18	805,4	428,7	376,7	192,3	169,1	176,2	267,8
Vascœuil (Eure), M. Fortin . . . . .	66,0	1866-1870	5	639,1	336,7	302,4	167,6	166,1	134,3	171,1
Rouen (Seine-Inf.), Vitalis, Goube, Preisser, M. Lettré . . . . .	38,0	1802-1870	52	790,2	388,0	402,2	185,3	191,9	199,3	213,7
Yvetot (Seine-Infér.), M. Auvray . . . . .	149,0	1866-1870	5	908,2	375,5	334,1	165,8	160,6	159,4	223,8
Caudebec (Seine-Inf.), M. Quentin . . . . .	9,3	1866-1870	5	891,3	512,0	379,3	254,4	193,3	179,0	264,6
Villequier (Seine-Infér.), agents des Ponts et Chaussées . . . . .	93,0	1868-1870	3	841,7	574,9	266,8	227,5	162,5	116,3	335,4
Goderville (Seine-Infér.), M. Argentin . . . . .	132,0	1866-1870	5	1025,9	600,4	425,5	314,6	196,6	187,9	306,8
Le Havre, Sanvic (Seine-Infér.), M. Leblond . . . . .	89,0	1866-1870	5	838,7	424,2	354,5	241,0	189,5	154,1	254,1
* Elbeuf (Seine-Infér.), M. Joly (III) . . . . .	14,8	1866-1870	5	584,6	308,3	276,3	138,7	150,4	113,2	182,1
* Évreux (Eure), École Normale (VI) . . . . .	66 ?	1865-1870	5	656,6	352,6	304,0	169,2	182,0	129,6	175,8
* Courville (Eure-et-Loir), M. Masson (VI) . . . . .	174,0	1866-1870	5	502,4	235,3	267,1	116,2	138,6	114,4	133,2

Stations et observateurs.	Altitudes.	Période.	Années d'observations.	Quantités annuelles.	Année		Saisons.			
					moitié froide.	moitié chaude.	Hiver.	Print.	Été.	Aut.
Mamers (Sarthe), M. Mortagne...	124,5 <sup>m</sup>	1866-1870	5	620,6 <sup>mm</sup>	337,4 <sup>mm</sup>	293,2 <sup>mm</sup>	162,0 <sup>mm</sup>	146,0 <sup>mm</sup>	137,6 <sup>mm</sup>	185,0 <sup>mm</sup>
Anné (Sarthe), l'Instituteur....	59,0	1866-1870	4	361,1	169,2	191,9	99,6	89,7	80,3	91,5
Sillé-le-Guillaume (Sarthe), M. Carreau.....	186,0	1861-1870	9	668,2	367,0	301,2	165,3	163,1	161,5	178,3
Alençon (Orne), École Normale.	140,0	1865-1870	5	631,3	321,1	318,2	155,4	146,2	160,4	177,3
Caen (Calvados), École Normale.	25 ?	1865-1870	5	613,2	347,3	266,9	169,8	145,4	111,1	191,4
Angers (Maine-et-Loire), Menière.	30,0	1841-1863	13	756,8	387,9	368,9	184,5	169,9	184,1	218,3
<b>B. — Zone intérieure.</b>										
* Coullons (Loiret), ag. des P. et Ch. (III).....	160,0	1867-1870	4	709,2	367,7	341,5	146,1	192,3	170,4	200,4
Oucques (Loir-et-Cher), ag. des P. et Ch.....	125,0	1866-1870	5	739,7	362,9	376,8	185,2	180,0	183,5	191,0
Mer (Loir-et-Cher), M. Caillaux.	90,0	1870-1875	6	514,2	279,9	234,3	130,1	83,8	135,3	165,0
Cheverny (Loir-et-Cher), M. de Vibraye.....	100,0	1857-1870	14	784,5	395,6	388,9	172,3	171,9	192,1	248,2
Pontlevoy (Loir-et-Cher), Nouel et M. Delaunay.....	100,0	1837-1870	12	872,0	423,2	448,8	198,6	195,4	214,5	263,5
Loches (Indre-et-Loire), ag. des P. et Ch.....	73,0	1859-1870	11	600,6	299,2	307,5	139,7	137,4	158,5	172,5
Chinon (Indre-et-Loire), D'Linacrier.....	35,0	1777-1783	4	1058,7	517,5	541,2	225,4	187,5	296,4	349,4
<b>C. — Zone orientale.</b>										
Manbeuge (Nord), Hôpital milit.	140 ?	1865-1875	9	698,4	380,1	318,3	186,5	152,1	162,7	197,1
Avesnes (Nord), M. Caverne....	172,0	1861-1870	10	742,6	388,2	354,4	190,1	162,9	188,0	201,6
Hirson (Aisne), ag. des P. et Ch.	196,0	1859-1870	12	763,2	394,4	368,8	190,4	163,8	187,7	221,3
Camp de Châlons (Marne), hôpital militaire.....	120 ?	1864-1870	6	522,4	273,7	249,7	141,8	133,3	114,6	133,0
* Châlons (Marne), Tissot, François et Chalette (VII).....	82 ?	1786-1848	44	595,3	299,6	296,7	144,9	138,3	156,7	155,4
Châlons (Marne), M. Dethan, éclusier.....	83,7	1862-1870	9	575,6	289,7	285,9	139,7	134,2	149,7	152,0
La Caure (Marne), ag. des P. et C.	230,0	1865-1870	6	626,0	341,9	284,1	181,3	155,3	135,9	155,5
Villeseneux (Marne), M. Gellé....	119,4	1862-1870	9	561,6	271,9	289,7	127,2	119,3	155,2	159,9
Sommesous (Marne), M. Person.	175,0	1864-1870	7	477,0	231,6	245,4	112,1	98,3	127,0	139,6
Côte de Biesmes (Marne), M. Guillaume.....	243,3	1865-1870	6	661,7	336,4	325,3	165,1	158,8	161,1	176,7
* Fuligny (Aube), M. Levoine (VII).	180,0	1865-1870	6	777,7	414,9	364,8	215,6	169,9	213,5	200,7
Toucy (Yonne), ag. des P. et Ch.	186,0	1849-1870	22	750,5	413,1	337,4	201,9	173,5	175,0	200,1

Stations.      Janv.   Févr.   Mars.   Avril.   Mai.   Juin.   Juill.   Août.   Sept.   Oct.   Nov.   Dec.

RÉGIME I. — *Hiver le moins et été le plus pluvieux.*

## A. — Zone orientale.

	mm	mm	mm	mm	mm	mm						
Berry-au-Bac.....	26,0	19,7	25,1	19,5	13,0	37,1	52,2	39,7	15,8	36,7	28,7	32,4
Reims.....	28,8	20,4	31,4	24,4	42,2	38,6	55,8	48,5	56,3	43,8	35,7	38,5
Les Mesneux.....	52,8	22,0	28,6	50,1	91,6	66,2	55,9	41,7	35,7	39,2	40,0	38,6
Vauxrot.....	32,3	22,7	32,6	26,5	38,6	29,0	49,9	43,4	46,0	36,6	30,2	26,0
Soissons.....	54,0	35,3	46,9	36,2	49,9	35,9	63,2	52,8	56,3	47,8	47,9	51,0
Meaux.....	43,1	28,4	44,9	37,3	54,4	55,3	62,3	49,1	54,7	53,6	50,2	44,0
Aubervilliers.....	31,4	20,5	41,0	41,3	71,8	24,8	46,2	40,9	68,3	50,2	35,8	41,9
Saint-Maur.....	33,2	29,6	45,3	47,3	61,0	39,0	54,0	57,1	57,6	49,0	39,8	43,0
Melun.....	25,8	16,6	34,4	24,3	42,9	44,1	48,2	46,4	43,8	42,1	27,8	24,4
Bois des Planches..	48,8	38,9	42,1	34,8	50,0	38,8	61,5	56,8	57,9	51,7	37,6	48,1
Bois des Trois-Fon-												
taines.....	67,1	47,3	58,0	46,3	69,9	42,8	101,0	87,9	46,0	54,7	53,6	60,1
Vitry-le-Français...	50,5	37,5	51,2	32,2	61,4	60,3	60,7	66,3	65,7	59,5	47,7	51,4
Chaumesnil.....	35,8	25,6	38,0	22,0	45,1	52,4	74,5	57,4	52,5	56,7	45,4	35,7
Barbercy.....	29,3	21,3	27,3	23,8	52,1	55,9	54,7	40,4	43,8	41,4	36,2	30,5
Troyes.....	46,8	39,5	44,3	33,0	68,0	49,5	45,4	54,3	44,0	43,6	53,7	44,9
S'-Martin près Sens.	43,4	30,7	51,8	29,9	55,5	51,7	61,2	53,6	53,8	61,4	47,2	40,8
Sens.....	52,3	33,7	52,7	34,0	70,4	59,0	58,3	58,0	49,1	62,4	50,5	45,4
Joigny.....	47,5	27,7	45,3	36,3	60,1	61,4	62,4	59,7	48,6	62,2	50,7	45,9
Laroche.....	43,7	32,6	39,5	41,3	53,0	53,3	53,3	56,1	49,5	57,8	54,4	42,1
Moutiers.....	42,7	34,7	53,6	32,9	49,6	57,7	65,5	75,2	50,9	63,8	44,9	34,9
Rogny.....	46,4	31,5	52,7	27,8	67,4	51,9	65,9	76,8	57,5	71,4	50,6	35,8
Champoulet.....	34,0	27,3	45,6	26,2	56,2	47,8	51,5	62,1	52,5	64,1	38,7	34,0
Gien.....	39,5	24,7	40,4	35,3	59,8	54,8	56,3	51,3	47,4	56,9	44,9	34,0
Châtillon-sur-Loire.	51,0	36,1	61,8	33,1	58,2	51,3	72,7	66,3	51,2	62,3	49,9	55,8
Aubigny-sur-Nère..	61,0	44,8	67,0	36,3	63,7	39,3	70,5	75,1	43,8	75,7	49,5	51,7
Saint-Satur.....	58,8	44,4	61,9	38,5	71,0	56,4	68,9	69,9	59,7	71,1	61,7	60,6
Givry.....	53,5	40,4	65,1	43,8	66,8	59,8	62,7	75,2	65,1	74,5	55,4	54,3
Bourges.....	44,9	32,8	53,8	39,1	56,2	59,2	60,0	67,3	54,6	72,8	53,8	43,1

## B. — Zone occidentale.

Valenciennes.....	52,4	39,2	63,2	42,2	61,0	60,5	58,7	74,6	63,9	77,8	48,6	47,2
Cambrai.....	42,1	41,8	46,2	44,4	58,1	47,0	54,5	57,3	57,7	55,5	50,5	47,4
Douai.....	67,6	44,9	50,0	43,9	77,7	29,0	69,9	60,0	41,7	59,8	40,4	50,8
Hendecourt.....	42,8	26,1	44,6	40,3	71,5	55,8	60,6	55,2	62,2	54,4	43,2	41,4
Venette.....	32,6	20,2	29,1	42,8	42,3	44,3	49,5	39,0	47,5	44,7	28,6	25,0
Clermont de l'Oise..	54,2	23,9	38,0	38,2	74,4	65,4	58,4	57,1	56,1	53,3	44,3	44,5
Pontoise.....	31,8	26,2	35,9	31,2	40,7	41,9	54,6	40,2	53,5	45,2	29,4	28,5
Montmorency.....	43,9	39,5	30,6	33,0	46,8	49,0	54,4	59,6	50,7	50,5	52,5	41,4
Versailles.....	41,6	27,1	43,2	44,6	56,7	50,8	54,6	52,4	49,1	54,6	43,6	39,5
Rambouillet.....	45,8	25,4	47,5	47,6	85,2	26,0	48,5	71,2	58,4	57,8	43,1	57,0
Dourdan.....	35,5	18,4	43,3	40,0	78,2	25,4	55,5	56,6	57,1	46,3	37,8	36,5
Nemours.....	54,8	28,5	42,6	32,7	65,4	66,4	48,6	44,9	51,3	57,4	46,3	45,9
Combreux.....	44,2	31,3	51,4	28,7	52,8	54,2	55,1	69,7	49,8	66,2	43,6	34,4
Courpalet.....	39,4	28,8	51,1	26,8	59,7	45,5	62,8	64,5	55,5	70,6	45,1	36,1
Auneau.....	39,8	16,5	47,4	44,9	58,9	35,5	53,3	75,8	53,1	52,7	33,0	41,4
Janville.....	40,2	30,0	54,5	44,6	71,9	33,1	56,3	78,2	76,0	61,4	38,0	62,5
Voves.....	45,1	34,6	56,0	35,8	59,0	35,6	63,8	69,0	81,2	49,6	32,8	51,0

Stations.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Bonneval . . . . .	47,3	38,2	54,0	43,9	74,5	44,5	71,6	63,5	71,4	59,8	29,2	54,6
Châteaudun . . . . .	43,4	38,9	51,6	35,0	57,4	28,9	57,5	72,2	68,5	55,6	33,9	51,4
Ménars . . . . .	51,2	27,1	44,2	37,2	74,1	58,0	50,6	56,7	58,9	60,4	42,9	40,9
Champigny . . . . .	41,6	21,7	38,3	32,1	57,1	54,1	48,5	51,2	57,0	50,9	40,1	39,7
Vendôme . . . . .	45,7	28,5	44,5	40,5	58,8	62,6	48,5	51,1	53,8	55,8	41,9	43,6
Saint-Calais . . . . .	46,2	36,9	54,6	30,3	57,1	43,1	61,6	57,2	56,0	49,6	43,2	41,4
Connerré . . . . .	39,2	29,4	44,9	26,9	56,5	39,8	58,5	49,1	52,5	49,9	40,5	39,5
Écommoy . . . . .	56,2	40,4	58,9	35,1	70,9	52,7	66,0	66,3	62,0	62,6	58,6	53,0
Mayet . . . . .	43,8	33,5	42,4	32,9	52,8	46,0	51,9	51,5	51,4	56,1	41,0	42,6
Château-du-Loir . . . . .	42,5	33,8	50,0	31,7	59,7	44,3	52,5	62,5	49,5	52,7	44,6	42,3
Vaas . . . . .	39,1	31,8	51,5	30,2	59,2	38,2	61,6	57,8	46,8	54,2	42,1	44,2
Foulletourte . . . . .	37,6	25,0	44,7	25,6	49,2	30,5	41,8	46,9	38,4	45,4	35,3	36,8
Loué . . . . .	28,2	22,4	33,6	20,1	42,9	29,7	43,8	41,9	40,8	35,0	29,9	31,2

## RÉGIME II. — Série ascendante de l'hiver à l'automne.

## A. — Zone extérieure occidentale.

Côte de Crèvecœur . . . . .	53,1	49,5	51,6	40,7	60,4	40,8	72,9	65,3	62,3	64,9	50,0	57,9
Sainte-Mencheould . . . . .	45,2	38,7	45,2	36,1	54,9	37,5	58,4	54,3	51,2	54,4	45,2	44,9
Suippes . . . . .	54,9	41,6	50,6	39,7	57,9	30,0	67,4	57,5	53,7	62,7	45,7	54,8
Saint-Quentin . . . . .	52,8	37,0	53,1	37,5	54,9	49,7	53,4	48,8	63,1	53,8	36,0	49,4
Montdidier . . . . .	42,6	35,3	34,5	39,8	52,8	50,8	56,6	50,7	50,9	54,5	49,6	47,9
Amiens . . . . .	53,2	37,5	57,0	46,3	57,4	26,1	71,4	35,0	47,1	48,6	35,1	49,1
Abbeville . . . . .	51,1	34,8	34,1	48,0	65,8	59,7	70,2	60,0	56,1	93,5	68,6	55,4
Beauvais . . . . .	49,5	26,2	41,1	34,0	52,2	47,7	52,3	52,6	56,3	56,7	43,6	45,7
Fatouville . . . . .	76,0	38,9	68,5	49,5	71,8	63,7	65,6	67,7	73,7	83,8	61,4	68,0
Maintenon . . . . .	41,7	33,7	45,4	40,1	67,0	26,1	56,3	75,0	67,9	62,7	34,2	51,0
Illiers . . . . .	44,2	25,1	42,3	39,2	67,7	28,3	53,3	70,4	67,9	63,7	34,9	51,0
Marboué . . . . .	34,3	23,3	31,9	42,5	84,1	75,5	43,9	55,3	72,8	65,3	39,9	35,3
Montmirail . . . . .	40,0	28,6	47,5	26,6	50,5	38,1	53,0	50,7	54,4	55,9	34,3	36,1
Bouloire . . . . .	43,9	33,2	52,5	26,1	57,0	42,9	59,7	41,5	52,7	53,3	41,0	40,9
La Ferté-Bernard . . . . .	46,3	43,6	55,1	29,6	57,8	29,7	66,2	52,9	66,8	54,5	42,5	44,2
Monhoudou . . . . .	48,0	35,7	51,3	27,9	52,3	35,8	54,7	45,0	55,0	54,2	48,3	43,8
Neufchâtel . . . . .	53,2	37,6	63,0	34,6	54,4	42,7	60,0	52,3	63,3	65,9	51,3	58,1
Assé, Saint-Léonard . . . . .	50,5	32,5	61,3	30,6	50,1	41,1	59,8	68,3	59,2	60,5	47,0	55,1
Le Mans . . . . .	66,3	49,7	51,3	58,8	70,5	50,4	65,4	44,0	71,0	67,1	69,5	68,8
Le Mans . . . . .	61,7	41,4	49,6	49,1	66,2	42,7	61,3	48,7	66,9	65,9	60,1	62,1
Le Mans . . . . .	52,3	36,3	50,5	32,6	61,3	38,7	67,6	51,1	56,7	57,0	49,3	49,1

## B. — Zone intérieure orientale.

Ménilmontant . . . . .	36,1	27,6	47,7	33,3	59,3	57,9	59,5	45,1	64,7	51,7	38,4	34,2
La Villette . . . . .	39,0	32,7	46,3	35,9	59,8	48,9	60,0	49,9	60,8	61,0	42,6	40,8
Monceau . . . . .	37,2	31,1	42,7	36,0	54,5	47,9	55,5	43,8	61,7	57,0	39,7	36,7
Passy . . . . .	32,4	23,3	38,1	35,6	50,3	48,1	51,7	40,2	59,6	53,7	36,6	34,7
Vaugirard . . . . .	34,5	24,0	39,7	30,7	53,6	44,7	49,3	39,9	55,8	53,7	37,9	35,9
Notre-Dame- des-Champs . . . . .	37,3	25,4	40,1	40,3	58,0	59,0	55,5	48,6	56,1	50,4	39,8	41,5
La Monnaie . . . . .	37,9	26,7	44,2	44,2	63,8	28,2	50,0	52,8	51,3	56,3	42,5	35,4
Saint-Victor . . . . .	42,2	27,4	46,6	33,5	52,9	51,7	56,1	45,7	63,1	57,4	44,4	40,2
Le Panthéon . . . . .	41,7	24,9	43,2	36,6	55,4	50,8	53,8	44,3	61,4	57,0	42,4	36,6
Observ. cour. . . . .	41,4	33,9	40,2	46,0	52,0	53,6	52,3	50,9	56,4	51,5	49,8	42,6

Stations.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Vincennes.....	45,0 <sup>mm</sup>	36,7 <sup>mm</sup>	45,6 <sup>mm</sup>	35,3 <sup>mm</sup>	56,0 <sup>mm</sup>	44,0 <sup>mm</sup>	42,2 <sup>mm</sup>	56,9 <sup>mm</sup>	53,4 <sup>mm</sup>	41,7 <sup>mm</sup>	58,0 <sup>mm</sup>	53,6 <sup>mm</sup>
Gournay et Neuilly-sur-Marne).....	27,5	12,0	42,1	32,7	49,5	17,7	33,8	42,7	48,5	40,0	37,0	38,3
Champeuil.....	46,4	25,8	30,8	47,8	57,8	67,1	47,4	53,4	63,5	60,1	60,7	38,0
Courbeton.....	55,3	33,4	54,3	33,8	59,1	58,7	56,1	70,6	64,1	69,2	56,0	49,6
Courtenay.....	35,1	22,4	39,7	38,6	51,2	28,2	51,2	46,2	30,4	70,4	39,6	42,9
Château-Renard....	33,3	20,6	35,0	36,4	61,7	38,5	57,8	44,0	35,5	81,8	41,1	49,5
Montargis.....	39,6	34,6	43,1	38,3	66,7	54,0	57,9	52,2	58,8	68,5	41,4	42,4
Beaune-la-Rolande..	26,7	8,6	29,0	39,8	44,6	34,7	47,5	40,3	35,6	56,7	23,2	52,7
Grignon.....	40,2	22,1	47,3	28,9	47,9	46,4	35,0	70,4	44,5	75,5	45,3	38,9
Châteauneuf.....	41,0	30,9	51,2	38,8	69,8	39,3	72,5	54,8	59,7	40,5	48,3	51,8
Orléans.....	49,4	30,3	46,9	43,3	69,3	54,0	57,1	57,3	62,2	64,8	47,4	47,5
Patay.....	45,7	44,4	62,0	56,1	89,8	29,4	79,5	75,3	80,5	78,2	34,4	63,5
Beaugency.....	40,2	23,1	46,5	54,3	72,2	36,2	51,4	64,5	51,5	71,2	38,9	50,3
Blois (P. et Ch.)...	60,1	38,3	51,4	47,7	73,2	62,9	55,6	61,5	64,8	72,2	55,1	51,4
Tours.....	58,8	35,9	49,7	43,5	69,4	50,0	54,3	47,7	54,3	63,0	47,2	42,0
Tours.....	45,4	29,0	42,9	38,2	47,4	47,3	52,5	44,8	59,1	61,8	53,7	36,6
La Chartre.....	51,1	34,0	50,3	31,5	61,5	44,2	59,1	57,9	88,8	28,7	44,2	46,9
La Flèche.....	39,6	24,4	42,5	27,6	50,0	38,2	47,7	55,2	49,3	51,9	43,9	44,2
Thouarcé.....	63,6	35,4	45,5	58,2	51,5	58,8	45,3	58,9	72,3	73,9	59,2	44,2
Brinon.....	51,0	46,2	63,6	36,6	58,2	67,0	62,8	80,2	67,4	31,7	67,9	55,0
La Chapelle-d'Angillon.....	83,3	43,6	77,0	56,2	92,7	98,0	70,2	68,0	90,1	85,3	85,2	84,5
Selles-sur-Cher....	34,9	29,1	45,3	28,0	55,3	50,4	46,4	52,9	54,4	62,6	43,6	29,4
Issoudun.....	49,8	37,7	59,5	38,4	62,0	50,2	57,7	76,4	63,9	79,0	54,8	43,9
Châteauroux.....	50,1	34,6	59,0	33,2	67,9	47,5	56,8	76,6	63,9	84,4	55,4	49,3
Sainte-Sévère.....	57,4	40,9	63,9	45,9	74,3	65,7	62,4	65,4	65,4	77,7	60,2	47,7
Mézières.....	70,7	43,1	70,3	37,6	70,6	60,5	58,9	66,6	69,9	90,5	65,2	59,3
Le Blanc.....	57,2	35,7	59,1	31,5	75,0	57,9	60,4	52,8	69,3	90,8	49,7	58,7
Argenton.....	66,3	45,6	70,1	37,5	73,0	64,5	58,3	71,7	78,6	111,1	62,3	50,0
S'-Benoist-du-Sault..	50,9	34,1	63,7	37,6	63,6	66,4	74,2	71,9	68,6	85,4	58,9	46,6

RÉGIME VII. — *Hiver et été pluvieux.*

Landrecies.....	68,3	53,2	62,7	52,6	61,0	59,8	65,7	86,7	65,2	74,1	62,6	70,6
Laon.....	56,6	46,1	52,0	40,4	50,7	56,9	67,1	56,8	62,8	62,0	52,4	49,2
Montmort, vallée...	66,0	45,4	52,2	42,3	54,6	33,2	63,9	63,2	60,3	56,3	42,2	58,7
Montmort, village..	72,5	50,5	60,1	42,1	61,1	36,2	70,5	71,4	66,4	74,9	53,4	68,3
La Neuville-au-Pont.	52,7	38,4	54,3	38,6	52,4	66,1	63,1	65,4	61,8	61,1	57,5	61,0
Vandœuvre.....	67,2	52,6	70,4	39,6	63,5	72,6	65,9	89,9	66,8	75,9	65,8	61,4
Malesherbes.....	43,5	32,9	50,1	42,2	54,7	47,9	72,1	61,3	65,3	53,7	45,9	50,2
Denainvilliers.....	29,1	35,3	26,2	40,6	43,2	59,4	42,8	36,4	45,8	37,1	46,8	34,6
Pithiviers.....	43,0	23,1	35,1	32,8	52,9	39,4	69,9	62,9	59,1	45,1	30,5	42,6
Outarville.....	41,9	30,1	47,7	36,2	62,7	37,4	66,3	69,2	71,0	47,1	35,6	48,1
Neuville-aux-Bois...	52,1	40,1	48,7	36,9	54,6	38,6	59	72,6	64,5	52,5	40,5	43,9
Ouzouer-le-Marché.	43,5	29,6	44,4	30,3	59,5	43,4	42,9	72,5	51,5	60,5	27,4	59,3
Blois (MM. Lunier et Bl.).....	51,0	36,3	46,9	30,7	54,1	59,0	60,9	63,4	55,7	60,4	52,6	45,1
La Ferté-S'-Aubin..	40,9	21,6	41,7	40,8	65,0	33,4	56,4	63,6	46,3	61,4	47,3	59,7
La Chapelle-du-Bourgay.....	65,3	55,9	45,8	50,3	67,4	65,3	80,3	76,3	85,5	33,9	76,9	54,7

Stations.      Janv.   Févr.   Mars.   Avril.   Mai.   Juin.   Juill.   Août.   Sept.   Oct.   Nov.   Déc.

RÉGIME III. — *Hiver et été secs; automne très pluvieux.*

	mm											
Chartres . . . . .	42,1	32,4	60,8	41,8	54,1	34,9	43,4	59,4	53,7	65,5	41,3	35,8
Danmarie . . . . .	41,1	17,6	46,5	55,2	59,2	22,9	50,4	60,2	66,6	61,6	34,2	44,5
La Fresnaye . . . . .	61,9	31,3	57,6	41,7	65,2	43,9	57,5	59,5	68,4	57,5	44,9	40,0
La Guierche . . . . .	30,8	30,8	54,9	25,5	74,1	47,5	41,8	8,2	56,1	26,9	43,6	46,1
Conlie . . . . .	46,9	28,6	58,0	29,5	68,7	41,5	57,0	51,0	57,6	61,4	52,3	47,9
Sablé . . . . .	36,7	25,9	48,0	25,0	45,6	30,8	44,0	30,1	45,7	41,4	35,6	42,5
Le Plessis-Grain- moire . . . . .	69,0	42,7	67,9	54,1	84,4	64,0	55,0	56,3	82,0	79,1	60,3	62,4
Les Ponts-de-Cé . . . . .	60,9	40,7	52,2	45,4	65,1	49,3	44,1	51,4	57,4	64,4	53,0	56,9

RÉGIME V. — *Printemps et été un peu secs; automne pluvieux.*

A. — Zone littorale occidentale.

Lille . . . . .	57,6	41,5	46,7	40,3	63,0	55,0	61,4	62,2	65,5	75,0	53,1	60,0
Bergues . . . . .	49,0	36,4	50,6	25,1	40,2	53,9	65,6	63,3	56,5	60,2	55,0	89,7
Dunkerque . . . . .	44,7	25,0	31,6	28,6	40,0	38,3	48,5	56,1	57,0	56,8	50,3	45,3
Saint-Omer . . . . .	51,2	29,4	39,9	33,2	44,4	31,2	28,5	53,1	53,2	54,4	51,1	46,1
Calais . . . . .	43,5	27,3	33,8	23,6	39,5	33,1	33,8	49,1	54,4	63,8	59,5	56,5
Cap Gris-Nez . . . . .	50,5	23,2	29,1	20,3	35,9	19,8	16,9	44,4	50,3	80,3	39,8	71,1
Boulogne . . . . .	84,0	43,1	74,2	56,1	70,4	39,0	94,5	88,0	61,7	129,2	103,4	88,3
Arras . . . . .	56,4	37,4	45,0	34,3	57,1	45,6	49,9	51,5	51,1	73,1	85,7	55,2
Albert . . . . .	61,1	38,4	41,4	45,2	49,2	43,4	57,2	46,0	61,8	73,1	69,0	56,3
Aumale . . . . .	75,4	54,3	59,9	44,4	47,4	24,1	64,0	59,8	68,4	98,7	39,5	72,7
Blangy . . . . .	41,7	42,8	41,6	41,4	51,3	21,8	66,0	49,7	75,4	90,4	49,4	67,9
Eu . . . . .	76,1	52,0	56,8	46,8	52,8	28,8	71,8	75,2	78,4	123,3	65,2	94,5
Gournay . . . . .	78,7	40,2	42,4	54,6	57,7	21,4	45,2	48,9	76,6	84,4	41,9	77,2
Forges-les-Eaux . . . . .	56,7	32,4	38,4	45,4	51,7	25,5	47,2	48,4	66,1	89,3	38,4	68,5
Neufchâtel . . . . .	73,7	45,5	57,7	52,9	43,1	22,9	62,1	57,3	79,1	122,4	62,6	66,9
Londinières . . . . .	77,7	55,4	62,9	49,4	55,1	27,1	64,5	70,1	74,4	111,6	53,4	81,9
Dieppe . . . . .	50,6	35,1	38,0	38,2	53,6	22,8	49,8	54,5	68,5	81,5	41,3	64,9
Buchy . . . . .	74,0	47,5	63,9	57,2	58,6	29,0	54,2	55,6	78,8	93,5	52,5	87,3
Tôtes . . . . .	100,2	61,7	73,3	60,4	82,6	43,7	75,0	82,8	100,7	121,4	77,5	126,5
Longueville . . . . .	57,0	42,9	48,6	52,5	64,1	29,5	70,7	72,4	75,7	96,9	47,5	84,1
Cany . . . . .	82,3	65,4	60,9	55,2	68,7	38,4	86,4	77,6	90,6	128,3	79,4	113,0
Fécamp . . . . .	78,9	41,7	56,7	46,0	66,4	51,6	54,7	69,9	88,1	102,1	77,6	71,7
Vasouvil . . . . .	58,1	38,3	66,7	43,0	56,4	39,5	42,0	62,8	68,7	68,0	34,1	71,2
Rouen . . . . .	60,9	49,1	58,4	56,7	76,8	67,4	74,0	57,9	69,4	78,3	66,0	75,3
Yvetot . . . . .	88,4	62,2	69,3	56,8	66,0	34,7	68,8	76,6	88,2	117,3	66,3	113,6
Caudebec . . . . .	87,3	66,2	70,9	56,6	65,8	30,4	69,3	79,6	77,9	121,2	65,5	100,9
Villequier . . . . .	72,6	38,7	62,8	44,7	55,0	25,8	25,6	64,9	50,8	177,6	87,0	116,2
Goderville . . . . .	110,5	63,7	58,2	58,3	80,1	27,2	76,1	84,6	99,2	136,5	91,1	140,4
Le Havre, Saucy . . . . .	90,4	56,3	68,2	51,3	70,0	29,1	61,2	63,8	79,1	117,6	57,4	94,3
Elbeuf . . . . .	45,9	34,0	51,9	48,1	50,4	31,5	45,8	35,9	64,6	80,1	37,4	58,8
Cœuvres . . . . .	49,9	54,4	61,3	48,2	72,5	30,5	68,1	31,0	53,7	72,2	49,9	64,9
Évreville . . . . .	42,5	30,4	42,2	34,3	60,1	19,2	45,2	50,0	56,3	47,3	29,6	43,3
Mamers . . . . .	59,6	33,4	63,3	44,0	38,7	25,2	48,5	63,9	72,9	71,7	40,4	69,0
Anné . . . . .	33,3	15,4	24,9	27,3	40,5	14,9	30,2	35,2	43,8	26,9	20,8	50,9
Sillé-le-Guillaume . . . . .	56,9	38,9	60,5	34,9	61,7	53,6	53,8	74,1	43,1	71,8	63,4	69,5
Alençon . . . . .	70,5	41,1	40,5	29,7	54,6	33,5	56,4	52,7	62,3	68,4	62,5	53,2
Caen . . . . .	60,2	36,9	49,0	33,3	50,9	35,8	57,7	34,5	60,2	66,0	69,9	70,3
Angers . . . . .	76,2	48,8	54,8	50,5	64,6	72,2	48,3	63,6	69,7	69,7	78,9	59,5

Stations.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
<b>B. — Zone intérieure.</b>												
Coullons.....	52,1 <sup>mm</sup>	30,8 <sup>mm</sup>	71,2 <sup>mm</sup>	41,4 <sup>mm</sup>	76,7 <sup>mm</sup>	41,4 <sup>mm</sup>	58,9 <sup>mm</sup>	67,1 <sup>mm</sup>	50,0 <sup>mm</sup>	82,2 <sup>mm</sup>	68,2 <sup>mm</sup>	63,2 <sup>mm</sup>
Oucques.....	53,5	49,8	59,2	68,9	66,9	31,3	59,2	90,0	72,5	79,9	38,6	81,9
Mer.....	48,4	39,7	26,7	23,4	33,7	59,8	18,9	26,6	41,9	63,0	60,1	42,0
Cheverny.....	69,2	45,1	56,3	19,3	66,3	61,7	61,3	69,1	81,2	77,8	69,2	58,0
Pontlevoy.....	75,4	63,2	56,7	63,4	75,3	78,3	56,5	79,7	95,6	81,7	86,2	60,0
Loches.....	58,5	40,1	18,2	31,9	56,3	55,3	45,7	57,5	60,6	68,9	42,8	40,7
Chinon.....	69,2	51,0	38,9	69,4	79,2	94,8	127,9	73,7	96,2	125,4	127,8	105,2

**C. — Zone occidentale.**

Maubeuge.....	76,0	43,8	52,4	43,6	56,1	48,0	53,8	60,9	55,9	65,8	75,4	66,7
Avesnes.....	74,5	49,2	61,0	38,0	63,9	49,0	76,1	62,9	64,0	75,0	62,6	66,4
Hirson.....	75,5	48,6	57,8	40,1	65,9	50,8	67,1	69,8	75,1	80,5	65,7	66,3
Camp de Châlons...	67,3	31,0	46,7	40,6	46,0	23,3	19,3	41,7	18,8	42,0	42,2	43,5
Châlons.....	48,7	46,3	44,9	45,7	47,7	47,4	56,4	52,9	45,6	51,4	58,4	49,9
Châlons.....	42,5	25,6	39,5	27,3	13,1	26,6	45,4	44,2	52,2	49,5	35,0	37,6
La Caure.....	71,7	51,9	55,0	46,6	51,7	31,0	50,1	54,8	49,9	56,4	49,2	57,7
Villeseneux.....	46,3	31,2	44,6	30,0	44,7	40,7	61,8	52,7	59,8	57,9	42,2	49,7
Sommesous.....	40,3	27,4	29,6	28,7	40,0	37,0	45,4	44,6	49,7	52,7	37,2	44,4
Côte de Biesmes....	53,7	49,6	57,8	41,8	58,6	38,2	64,3	58,6	63,2	61,4	52,1	61,8
Fuligny.....	71,6	63,2	67,9	36,9	65,1	18,8	81,1	73,6	59,3	82,3	59,1	70,8
Toucy.....	77,6	48,0	64,6	54,1	54,8	60,6	58,3	56,1	53,5	71,7	74,9	76,3

Mais l'étude de la Neustrie seule est insuffisante pour bien comprendre et établir ce qui s'y passe; il faut nécessairement examiner la France septentrionale entière au nord du parallèle de 46°30', c'est-à-dire de celui qui passe à peu près par Lausanne et Poitiers. Au double point de vue de la répartition de la pluie, soit entre les deux moitiés froide et chaude de l'année, soit entre les diverses saisons météorologiques, on arrive alors à des aperçus d'un grand intérêt scientifique et d'une utilité pratique incontestable pour l'agriculture et l'industrie.

Au point de vue de la *répartition de la pluie entre les moitiés chaude et froide de l'année*, la plus grande quantité d'eau tombe pendant la moitié chaude sur la partie centrale C et pendant la moitié froide sur les parties littorales F, tant de l'Atlantique que de la Manche.

A partir du Sud, la région centrale à pluies abondantes pendant la moitié chaude s'étend du lac de Genève et de la frontière suisse jusqu'au confluent de la Vienne et de la Loire, faisant, suivant cette ligne, continuité avec celle de la moitié méridionale de la France.

De la Loire, aux Ponts-de-Cé, elle est limitée, vers le Nord-Nord-Ouest, à la ligne précédemment indiquée jusqu'à l'est de Dunkerque.

De la frontière belge, entre Maubeuge et l'Alsace, cette ligne forme d'abord la digitation précédemment indiquée de Châlons, puis une deuxième beaucoup plus considérable qui, remontant la vallée de la Meuse par Verdun et Commercy,

va s'épanouir sur le plateau de la Bourgogne, pousse une ramification à Nicey et se continue de Langres jusque près de Vitteaux.

De la vallée de la Meuse, à l'est de Verdun, elle passe au nord de Metz et de Lorquin et va former une troisième digitation qui, à l'est de Saint-Dié, s'avance beaucoup vers l'ouest jusque non loin de Bourbonne-les-Bains, où elle se joint à la précédente; de la trouée de Belfort la ligne séparative suit ensuite le pied oriental des Vosges françaises qu'elle entoure ainsi jusqu'à leur extrémité septentrionale.

Dans la grande région intérieure à pluies abondantes pendant la partie chaude de l'année, il y a cependant quatre îlots du régime inverse littoral : celui du Morvan, assez étendu, allongé de l'Est à l'Ouest, qui comprend une douzaine de stations et qui est dans le prolongement de la deuxième digitation; deux plus petits, celui de Toucy à l'ouest d'Auxerre, et celui de Cheverny et Pontlevoy au sud-est de Blois, qui font suite à la ramification de Nicey dans la direction de Nantes; enfin celui du Jura, qui s'étend de Neuchâtel vers Dôle.

Les régions sur lesquelles la plus grande quantité de pluie tombe pendant la moitié froide de l'année sont surtout littorales, puisque d'une part, à l'ouest de la Neustrie, la presqu'île de Bretagne tout entière en dépend, et que de l'autre les parties de la Lorraine, de la Bourgogne et de la Champagne qui y sont soumises se rattachent immédiatement à la Belgique, région littorale, ainsi que les îles Britanniques en entier.

Au point de vue de la *répartition trimestrielle de la pluie entre les saisons*, la France septentrionale ne possède que les cinq régimes précédemment indiqués.

Le régime I, le plus méridional et central, s'avance, comme il a été dit, du Plateau central, entre Decize et Saint-Amand, par Auxerre, jusqu'au delà de Reims et de Clermont de l'Oise, avec une ramification qui, de Pontoise, s'avance à l'est d'Orléans et jusqu'au delà du Mans. D'Auxerre, une ramification sinueuse va jusqu'à Gray et près de Bourbonne; elle est suivie au Nord-Est par un vaste îlot comprenant Nancy et Metz. A l'Est, ce régime occupe encore la plaine entière de l'Alsace et la plupart des parties élevées de la chaîne du Jura, en continuité de celui de l'Allemagne et de la Suisse.

Le régime II forme, comme il a été dit, une bande à l'ouest du massif précédent, et pénètre dans son intérieur, de Tours, par Orléans et Montargis, jusqu'à Paris. Ce même régime, à l'Est, occupe tout le Morvan, de Decize et Nevers à Montbard et Autun, d'où il s'avance jusqu'au pied du Jura et se poursuit par la Bourgogne (Dijon) et la Franche-Comté (Vesoul), jusqu'au pied des Vosges à Saint-Dié. De là, par Montbéliard, il occupe le Jura occidental jusque près de Lons-le-Saulnier; il se montre encore dans la plaine entre Neuchâtel et le lac de Genève, et aussi à Lauterbourg, à l'extrémité de l'Alsace.

Le régime III, en outre de la zone morcelée de l'Ouest, forme un grand îlot

dans le régime II, de Plombières à Besançon et Neublans (Jura); de Lons-le-Saulnier, il forme la partie orientale du Jura jusqu'au Rhône; enfin il occupe la partie élevée de la chaîne à l'ouest du lac de Neuchâtel.

Le régime VII, en outre des trois grands ilots formant une zone morcelée de la Belgique à l'Armançon et des trois petits de Pithiviers, de la Chapelle-du-Bourgay et de Bergues, en forme quelques autres petits dans l'Est: à Verdun et Buzy, de Chalaines à Neufchâteau et Mirecourt, à Bourbonne et Frain, à Phalsbourg sur la crête abaissée des Vosges septentrionales, enfin à Bâle, Pontarlier et Orbe dans le Jura.

Le régime V enfin, en outre de toute la France occidentale et littorale, s'avance, comme il a été dit, dans la Champagne, la Lorraine et la Bourgogne; à l'est de la Meuse, il s'étend jusqu'à Contrexéville (Vosges) et dans la Côte-d'Or. Une digitation plus orientale occupe toute la chaîne des Vosges. En outre de l'îlot isolé de Toucy, il y en a deux dans le Morvan et un à Genlis, au sud-est de Dijon. Enfin, il y a celui de la Chaux-de-Fonds, sur le Jura.

On peut donc étudier aussi dans la Neustrie, et surtout dans la France septentrionale, la question si intéressante du passage des régimes intérieurs septentrionaux I et II de Clermont-Ferrand, de Lyon et Paris au régime littoral V de Limoges, de toute la Bretagne et des côtes de la Manche; voir par quels intermédiaires surtout le régime à pluies d'été I du centre se transforme en régime à sécheresse de printemps et d'été V, qui occupe tout le littoral et qui, de la Belgique, remonte sur les Vosges et occupe des portions de la Lorraine et de la Champagne.

Dans la Neustrie occidentale, le régime I passe au régime V par l'intermédiaire des régimes II et III, tandis que dans la Neustrie orientale le passage se fait le plus souvent par le régime VII. Souvent, dans cette seconde partie, les régimes I et V semblent se juxtaposer; mais c'est peut-être par suite du manque de stations intermédiaires. Dans le bassin de la Saône, le régime I de la Côte-d'Or et du Jura est toujours séparé par le régime II de la partie basse ou centrale occupée par le régime III.

C'est ce que montrent bien la Carte et les six séries suivantes de stations :

I. Reims.	VII. Laon.	II. Saint-Quentin.	V. Albert.	
I. Meaux.	II. Beauvais.	V. Forges-les-Eaux.	VII. La Chapelle-du-Bourgay.	
I. Gien.	II. Orléans.	I. Châteaudun.	II. Montmirail.	V. Mamers.
II. Tours.	I. Vaas.	II. La Flèche.	III. Sablé.	V. Laval.
I. } Vitry-le-François.	VII. } Bar-le-Duc.	V. } Les Kogurs.	VII. } Verdun.	I. } Metz.
I. } Troyes.	VII. } Bar-s.-Seine.	V. } Joinville.	VII. } Neufchâteau.	I. } Nancy.
I. } Fay-Billot.	II. } Charentenay.	III. } Besançon.	II. } Morteau.	I. } Fort de Jouv.
I. } Chanceaux.	II. } Dijon.	III. } Le Deschault.	II. } Montbarrey.	I. } Mouchard.

La Neustrie présente donc dans sa partie centrale le régime I, renfermant

dans son intérieur une zone de régime II, de Paris vers le Sud et l'Ouest, dans laquelle une zone plus intérieure de régime V s'avance de l'Ouest jusque près de Gien. A l'extérieur est une zone morcelée formée à l'Ouest par les régimes II et III, et à l'Est par le régime VII. Enfin, plus extérieurement, excepté au Sud, où elle confine au Plateau central de régime I, elle est terminée par une zone continue du régime V. Chacun de ceux-ci peut présenter à des distances peu grandes des stations où les moyennes annuelles sont très différentes; ainsi :

I. Meaux et Melun.....	577,3	et	416,9
II. Abbeville et Montdidier.....	697,3	et	566,0
III. Le Plessis-Grammoire et Sablé.....	777,2	et	451,3
V. Lille et Saint-Omer.....	681,3	et	518,7
VII. Landrecies et Laon.....	782,7	et	652,4

Au contraire, des moyennes annuelles à peu près semblables peuvent être fournies par des régimes très différents; ainsi, dans le bassin de la Loire, des environs d'Orléans à Nantes, les pays au nord de la Loire offrent des stations qui, peu différentes pour la quantité, présentent de grandes différences au point de vue de la distribution semi-annuelle, trimestrielle et mensuelle, puisqu'on traverse les cinq régimes énumérés précédemment, ainsi qu'on peut le voir :

VII. La Neuville-aux-Bois.....	598,0
I. Vendôme.....	577,8
II. Tours.....	615,8
III. Les Ponts-de-Cé.....	640,8
V. Nantes.....	627,6

Il est facile de s'apercevoir que les lignes ou zones isoombres ne sont pas celles qui font le mieux connaître le régime pluvial d'un pays.

Quant aux causes des différences qui existent dans la France septentrionale entre les régions continentales à pluies de la moitié chaude de l'année et la région littorale à pluies de la moitié froide, elles semblent être les suivantes :

Pendant l'hiver, la température de la mer, plus élevée que celle de la terre, favorise la production d'une grande quantité de vapeurs qui viennent se condenser et tombent en pluie ou en neige sur les parties continentales adjacentes beaucoup plus refroidies; les parties intérieures plus éloignées reçoivent alors un air dépouillé de vapeur qui ne donne plus que de faibles quantités de pluie.

Pendant l'été, au contraire, la température de la mer, moins élevée que celle de la terre, occasionne bien une production de vapeur d'eau plus considérable qu'en hiver, mais celle-ci, venant passer sur un sol plus échauffé, ne se condense guère et ne produit que peu de pluie; les parties intérieures, au contraire, quoiqu'elles ne soient pas plus élevées, mais où il peut se produire un refroidissement plus ou moins grand pendant la nuit, occasionnent la condensation de la vapeur et reçoivent alors des quantités plus considérables de pluie.

Quant à rendre raison de la faible quantité de pluie qui tombe annuellement et sous divers régimes dans les parties centrales de la Neustrie, de Paris à Champigny (Loir-et-Cher), et surtout à Loué (Sarthe), comme aussi des quantités encore plus faibles qui tombent dans la Champagne pouilleuse, surtout à Berry-au-Bac sur l'Aisne et à Barberey, sur la Seine, il est facile de voir : 1° qu'il doit tomber des quantités plus grandes de pluie, d'une part au voisinage de la côte (de Dunkerque à Cherbourg et dans toute la presqu'île triangulaire de Bretagne, entourée de deux côtés par la mer), et d'autre part sur les pays plus élevés de la Lorraine et de la Bourgogne à l'Est, et du Plateau central au Sud, par suite du refroidissement des vapeurs venues soit de la Manche, soit des bassins de la Saône et de la Garonne ; 2° que l'air alors desséché ne peut plus en laisser tomber que de faibles quantités dans les parties intérieures, soit par les vents du Nord et de l'Ouest, qui rasant des altitudes semblables, soit par ceux de l'Est et du Sud, qui arrivent de régions plus élevées et dans des parties plus basses et plus chaudes, deux circonstances qui sont loin de favoriser de nouvelles condensations.

---

✓  
LES

# PHÉNOMÈNES PÉRIODIQUES DE LA VÉGÉTATION,

D'APRÈS

## LES TRAVAUX DES MÉTÉOROLOGISTES SCANDINAVES,

PAR M. CH. FLAHAULT.

---

Il y a bien longtemps déjà que les Observatoires météorologiques étrangers se sont occupés de réunir des observations sur la marche des phénomènes que présentent périodiquement les animaux et les plantes.

Il suffit de citer les noms de Quetelet, de Linsser, de Fritsch, de M. A. de Candolle, pour rappeler combien de résultats importants on a tiré de ces études; les travaux considérables auxquels s'attachent les noms de ces savants en montrent assez l'utilité.

J'ai pensé que, au moment où vient d'être publié le programme d'observations de cette nature entreprises par le Bureau central météorologique sous la direction de M. Mascart, il serait intéressant de résumer les résultats de quelques importants Mémoires dus à des savants scandinaves. Plusieurs d'entre eux, écrits en langue suédoise, échappent par là même à une étude approfondie de la part de beaucoup de savants français. Les deux premiers ont eu comme point de départ les documents réunis par l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsala. Le savant directeur de cet Observatoire, M. le professeur Hildebrandsson, a su intéresser à ces questions un grand nombre de personnes, qui recueillent très régulièrement les observations et les lui font parvenir à la fin de l'année; on ne peut s'étonner, dès lors, que les documents réunis soient extrêmement nombreux.

Le premier de ces Mémoires <sup>(1)</sup> est dû à M. H.-W. Arnell, auquel on doit, d'autre part, d'importants travaux de Botanique.

---

<sup>(1)</sup> H.-W. ARNELL, *Om vegetations utveckling i Sverigcåren*, 1873-75.

L'auteur a étudié la feuillaison, la floraison, la maturation des fruits et l'effeuillaison pendant les années 1873 à 1875. Son examen a porté, en outre, sur de nombreuses séries d'observations faites depuis la fin du XVII<sup>e</sup> siècle; les valeurs qu'elles fournissent sont, à fort peu de chose près, identiques avec celles qu'on déduit des trente mille observations faites dans ces dernières années.

Tout le territoire de la Suède a été divisé en vingt-sept régions aussi naturelles que possible, d'après l'ensemble des différentes conditions climatiques; pour chacune d'elles, l'auteur a calculé le temps moyen où s'est produit chaque phénomène.

Les Tableaux suivants indiquent le temps moyen où apparaissent les phénomènes périodiques pour quelques espèces, depuis la Scanie, la province la plus méridionale de la Suède (56° lat. N.), jusqu'à la Laponie (67° de latitude en moyenne) :

### I. — Époque moyenne de la feuillaison (1).

Provinces.	Latitude moy.	Prunus Padus L.	Quercus Robur L.	Alnus glutinosa L.	Fagus sylvatica L.	Corylus Avellana L.	Populus tremula L.
Laponie.....	67 <sup>0</sup>	12 juin	»	16 juin	»	»	18 juin
Vesterbotten.....	65	31 mai	»	6 juin	»	12 juin	11 juin
Jemtland.....	63	31 mai	»	4 juin	»	8 juin	10 juin
Ångermanland.....	63	26 mai	11 juin	1 juin	»	11 juin	8 juin
Gelle.....	61	23 mai	7 juin	28 mai	3 juin	30 mai	2 juin
Dalarne.....	61	20 mai	4 juin	25 mai	6 juin	26 mai	2 juin
Upsala.....	60	17 mai	2 juin	23 mai	30 mai	25 mai	29 mai
Ostergotland.....	60	16 mai	30 mai	25 mai	26 mai	24 mai	1 juin
Jonköping.....	57	20 mai	3 juin	26 mai	27 mai	25 mai	30 mai
Halland.....	57	12 mai	31 mai	15 mai	15 mai	17 mai	28 mai
Blekinge.....	56	13 mai	30 mai	22 mai	19 mai	26 mai	29 mai
Scanie.....	56	9 mai	30 mai	17 mai	16 mai	18 mai	29 mai

### II. -- Époque moyenne de la floraison.

Provinces.	Latitude moy.	Anemone Hepatica L.	Populus tremula L.	Salix caprea L.	Fragaria vesca L.	Prunus Padus L.	Convallaria majalis L.
Laponie.....	67 <sup>0</sup>	6 juin	5 juin	13 juin	29 juin	25 juin	24 juin
Vesterbotten.....	65	»	15 mai	24 mai	15 juin	15 juin	17 juin
Jemtland.....	63	8 mai	22 mai	22 mai	8 juin	11 juin	19 juin
Ångermanland.....	63	10 mai	13 mai	15 mai	7 juin	7 juin	13 juin
Gelle.....	61	29 avril	3 mai	4 mai	3 juin	3 juin	9 juin
Dalarne.....	61	14 avril	28 avril	25 avril	2 juin	31 mai	5 juin
Upsala.....	60	12 avril	24 avril	23 avril	30 mai	30 mai	7 juin
Ostergotland.....	60	3 avril	22 avril	23 avril	28 mai	29 mai	3 juin
Jonköping.....	57	13 avril	20 avril	9 avril	28 mai	31 mai	6 juin
Halland.....	57	3 avril	18 avril	19 avril	25 mai	24 mai	2 juin
Blekinge.....	56	6 avril	19 avril	18 avril	23 mai	29 mai	31 mai
Scanie.....	56	2 avril	7 avril	17 avril	20 mai	24 mai	1 juin

(1) Quelques-uns de ces nombres ont été donnés dans un Mémoire publié par M. H. Hildebrandsson (*Annales du Bureau central météorologique*, t. I, 1878, p. C.36).

II. — *Époque moyenne de la floraison (suite).*

Provinces.	Latitude moy.	Orge.	Calluna vulgaris Salisb.	Calltha palustris L.	Ribes rubrum L.	Menyanthes trifoliata L.	Sorbus Aucuparia L.
Laponie.....	67 <sup>0</sup>	18 juill.	12 août	19 juin	23 juin	7 juill.	29 juin
Vesterbotten.....	65	13 juill.	1 août	3 juin	12 juin	19 juin	26 juin
Jemtland.....	63	14 juill.	28 juill.	30 mai	8 juin	26 juin	25 juin
Ångermanland.....	63	17 juill.	1 août	29 mai	8 juin	17 juin	24 juin
Gefle.....	61	9 juill.	31 juill.	23 mai	4 juin	10 juin	13 juin
Dalarne.....	61	4 juill.	29 juill.	17 mai	29 mai	8 juin	11 juin
Upsala.....	60	5 juill.	3 août	19 mai	26 mai	5 juin	12 juin
Östergötland.....	60	5 juill.	27 juill.	11 mai	19 mai	4 juin	10 juin
Jonköping.....	57	4 juill.	2 août	11 mai	29 mai	7 juin	12 juin
Halland.....	57	2 juill.	6 août	2 mai	17 mai	26 mai	9 juin
Blekinge.....	56	3 juill.	"	5 mai	25 mai	5 juin	5 juin
Scanie.....	56	3 juill.	27 juill.	7 mai	18 mai	25 mai	6 juin

III. — *Époque moyenne de la maturation des fruits.*

Provinces.	Latitude moy.	Fragaria vesca L.	Vaccinium Myrtillus L.	Bobus Idæus L.	Ribes rubrum L.	Seigle.	Orge.	Ble d'hiver	Avoine
Laponie.....	67 <sup>0</sup>	3 août	15 août	2 sept.	28 août	23 août	23 août	"	"
Vesterbotten.....	65	22 juill.	28 juill.	22 août	16 août	24 août	22 août	"	2 sept.
Jemtland.....	63	14 juill.	4 août	20 août	17 août	25 août	29 août	"	"
Ångermanland.....	63	16 juill.	27 juill.	9 août	11 août	20 août	28 août	"	8 sept.
Gefle.....	61	4 juill.	16 juill.	2 août	29 juill.	11 août	21 août	"	23 sept.
Dalarne.....	61	2 juill.	21 juill.	27 août	24 juill.	7 août	19 août	15 août	22 sept.
Upsala.....	60	3 juill.	17 juill.	29 août	27 juill.	3 août	19 août	13 août	19 sept.
Östergötland.....	60	28 juin	11 juill.	31 août	1 août	4 août	13 août	9 août	20 sept.
Jonköping.....	57	3 juill.	13 juill.	29 août	29 juill.	5 août	18 août	21 août	19 sept.
Halland.....	57	29 juin	18 juill.	25 août	23 juill.	30 juill.	15 août	16 août	9 sept.
Blekinge.....	56	24 juin	13 juill.	26 août	23 juill.	29 juill.	13 août	8 août	8 sept.
Scanie.....	56	27 juin	15 juill.	24 août	24 juill.	2 août	9 août	9 août	15 sept.

IV. — *Époque moyenne de l'effeuillage.*

Provinces.	Latitude moy.	Prunus Padus L.	Populus tremula L.	Fraxinus excelsior L.	Fagus sylvatica L.	Sorbus Aucuparia L.	Alnus glutinosa W	Quercus Robur L.
Laponie.....	67 <sup>0</sup>	14 sept.	16 sept.	"	"	13 sept.	23 sept.	"
Vesterbotten.....	65	24 sept.	16 sept.	14 oct.	"	23 sept.	4 oct.	"
Jemtland.....	63	3 oct.	25 sept.	"	"	2 oct.	3 oct.	"
Ångermanland.....	63	26 sept.	27 sept.	"	"	27 sept.	7 oct.	"
Gefle.....	61	28 sept.	3 oct.	26 sept.	"	6 oct.	29 sept.	10 oct.
Dalarne.....	61	26 sept.	5 oct.	1 oct.	"	27 sept.	29 sept.	6 oct.
Upsala.....	60	3 oct.	11 oct.	27 sept.	3 oct.	3 oct.	25 oct.	15 oct.
Östergötland.....	60	25 sept.	4 oct.	5 oct.	"	30 sept.	4 oct.	5 oct.
Jonköping.....	57	2 oct.	3 oct.	11 oct.	12 oct.	5 oct.	7 oct.	13 oct.
Halland.....	57	3 oct.	9 oct.	16 oct.	15 oct.	9 oct.	18 oct.	17 oct.
Blekinge.....	56	15 oct.	17 oct.	8 oct.	15 oct.	15 oct.	"	17 oct.
Scanie.....	56	14 oct.	13 oct.	11 oct.	18 oct.	16 oct.	14 oct.	20 oct.

Les nombreuses données réunies par M. Arnell lui ont permis de calculer le retard ou l'accélération que chaque phénomène subit par rapport à son apparition en Scanie ; cette province méridionale étant prise comme point de départ,

le Tableau suivant montre les différences qu'éprouve la marche générale des différents phénomènes à mesure qu'on se dirige vers le Nord.

*Différences dans l'apparition des phénomènes par rapport à la Scanie.*

Provinces.	Pour la floraison des plantes qui fleurissent en Scanie en				Pour la maturation des fruits.	Pour la feuillaison.	Pour l'effeuillaison.
	avril.	mai.	juin.	juillet.			
Blekinge.....	+ 2	± 0	+ 1	+ 4	+ 1	— 3	+ 1
Halland.....	— 4	— 2	± 0	+ 1	± 0	— 1	± 0
Jonköping.....	— 7	— 7	— 6	— 2	— 3	— 8	+ 8
Östergötland.....	— 9	— 5	— 3	— 2	— 3	— 6	+ 12
Upsala.....	— 10	— 8	— 4	+ 1	— 3	— 7	+ 6
Dalarne.....	— 15	— 11	— 8	— 4	— 6	— 9	+ 14
Gefle.....	— 21	— 13	— 9	— 5	— 5	— 11	+ 10
Ångermanland.....	— 33	— 21	— 15	— 12	— 13	— 17	+ 14
Jemtland.....	— 35	— 24	— 19	— 9	— 20	— 19	— 11
Vesterbotten.....	— 37	— 26	— 19	— 11	— 18	— 20	+ 16
Laponie.....	— 61	— 33	— 23	— 19	— 27	— 29	+ 27

On voit aussitôt que, pour la floraison, l'écart est d'autant plus considérable que ce phénomène s'accomplit plus tôt en Scanie (*voir* la Carte I, *Pl.* B.IV).

Ainsi, les espèces qui fleurissent en Scanie

en avril, fleurissent à Upsala	10 jours	et en Laponie	61 jours plus tard.
mai,	»	8	» 33
juin,	»	4	» 24
juillet,	»	1	» 14

En comparant ces résultats avec ceux qu'a obtenus Fritsch en Autriche, on observe que les plantes qui fleurissent en Scanie

en avril, fleurissent à Vienne	20 jours plus tôt.
mai,	» 31
juin,	» 31
juillet,	» 22

On constate aussi un parallélisme régulier dans les écarts que présentent les différentes provinces par rapport à la feuillaison et à la maturation des fruits.

Résumant tous ces résultats, M. Arnell a déterminé le temps qu'emploie chaque phénomène à avancer de 1° de latitude de la Scanie vers la Laponie.

On reconnaît ainsi que la floraison des plantes qui fleurissent en Scanie :

en avril, emploie pour parcourir 1° de latitude.....	4,3
mai, » » .....	2,3
juin, » » .....	1,5
juillet, » » .....	0,5
La maturation des fruits emploie.....	1,5
La feuillaison.....	2,3

L'effeuillage emploie 21,3 pour parcourir le même espace en sens inverse.

Les chiffres relatifs à la floraison montrent donc que ce phénomène a un maximum de vitesse en été, en raison sans doute de la longueur des jours, car Fritsch a trouvé qu'il n'en est pas de même en Autriche. Quoi qu'il en soit de l'explication de ce fait, on voit nettement que, d'une façon générale, la végétation présente au début de la période végétative annuelle des écarts considérables entre le nord et le sud du pays, que ces écarts vont en s'atténuant à mesure qu'on approche du mois de juillet; à cette époque, la végétation de beaucoup d'espèces est à peu près simultanée dans tout le pays.

Toutes les données accumulées dans ce travail confirment, en outre, l'opinion depuis longtemps accréditée que la chaleur peut être compensée par la lumière dans une certaine mesure; c'est ainsi qu'on voit les céréales parcourir leur évolution annuelle en un temps moindre en Laponie que dans le Sud, bien que la somme de chaleur soit notablement moins considérable dans le Nord que dans le Sud: c'est ce que démontre la comparaison du nombre de jours qui s'écoule entre les semailles et la maturité des graines pour diverses céréales ou plantes de grande culture dans les diverses régions.

	Temps écoulé entre les semailles et la maturité.		
	Norrland.		
	Suède méridionale.	Suède moyenne.	Laponie.
Orge.....	107	91	89 <sup>j</sup>
Avoine.....	115	104	"
Pois.....	118	103	"

Ce résultat est frappant surtout pour l'orge, qui présente entre le Nord et le Sud une différence de près de vingt jours.

Le second travail dont j'ai à rendre compte a été présenté en novembre 1879 à la Société des Sciences d'Upsala par M. R. Hult, assistant à l'Université d'Helsingfors (1). L'auteur a bien voulu me permettre d'en publier les résultats, et je le fais d'autant plus volontiers que le Mémoire de M. Hult n'est pas encore publié en Suède.

L'auteur s'est proposé avant tout de distinguer, si c'est possible, la part qui revient à la température dans les phénomènes que nous venons de résumer. Reprenant les matériaux antérieurement employés par M. Arnell, en y ajoutant les observations faites depuis jusqu'en 1878, il les compare aux données fort précises que les savants suédois ont acquises sur la marche et les variations de la température dans les contrées scandinaves.

(1) *De l'influence de la température sur les phénomènes périodiques chez les végétaux.* par M. R. HULT, assistant à l'Université d'Helsingfors.

En raison de l'importance de ces observations, il me semble préférable de laisser parler l'auteur lui-même; nous nous contenterons de passer sous silence les détails les moins importants.

« Les phénomènes périodiques qui se produisent dans le monde végétal ont attiré l'attention des météorologistes aussi bien que des botanistes : les premiers y ont vu l'expression de toutes les actions climatiques qui agissent pendant toute l'année sur une région; les seconds ont cherché à en déduire les lois qui président aux transformations successives des plantes et à leur distribution géographique.

» Adanson et plus tard A.-P. de Candolle avaient déjà cherché à expliquer ces phénomènes, lorsque M. Boussingault en aborda l'étude <sup>(1)</sup>; il conclut de ses recherches sur ce sujet que la longueur de la période végétative est en raison inverse de la température moyenne pendant cette période : en effet, il avait calculé les sommes des températures pour un certain nombre de céréales à différents degrés de latitude et à différentes altitudes, et trouvé une correspondance remarquable entre les sommes de températures exigées par les différentes espèces, malgré les différences dans les températures moyennes et la longueur de la période végétative dans les différentes régions.

» La théorie de M. Boussingault fut généralement adoptée. Grisebach <sup>(2)</sup> en tira les conséquences les plus importantes, qu'il appliqua à la géographie des plantes; selon lui, la longueur de la période végétative peut être généralement diminuée par l'influence des températures élevées, mais il y a une limite équatoriale variable pour chaque espèce suivant sa nature; elle s'y développe dans le temps le plus court avec la température la plus élevée qu'elle puisse supporter.

» Chaque espèce a sa limite polaire là où elle peut se développer le plus lentement sous la température la plus faible qu'elle puisse supporter.

» Ces idées ont prévalu; elles ont été plus ou moins modifiées pourtant; leur application a été précisée davantage.

» M. A. de Candolle admit un zéro spécial pour chaque espèce, et il évita de considérer, en faisant les sommes de températures moyennes, toutes celles qui étaient inférieures au zéro spécial. Cependant il constatait des déviations importantes entre les sommes de chaleur nécessaires à une même plante en différents lieux. Il les expliquait soit par des erreurs d'observation, soit surtout par l'influence perturbatrice des conditions particulières au climat ou au sol <sup>(3)</sup>.

» Depuis, M. Hermann Hoffmann et M. Carl Fritsch se sont efforcés de dégager

<sup>1)</sup> *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 1837.

<sup>2)</sup> *Linnaea*, 1838, p. 188.

<sup>3)</sup> *Géographie botanique raisonnée*, liv. I.

autant que possible les sommes de températures des erreurs qu'elles présentaient sous l'influence des autres facteurs.

» M. C. Linsser a démontré de son côté que la quantité de chaleur exigée par une plante n'est pas constante, mais varie à peu près dans la même proportion que la quantité de chaleur pendant tout le temps que la température est au-dessus de zéro.

» D'autre part, plusieurs années avant la publication de Linsser, J. Sachs avait montré que : 1° *chaque fonction est déterminée par certaines limites de température*, variables non seulement pour chaque espèce, mais aussi pour chaque phénomène, qui a ainsi son minimum de température ou son zéro spécial; 2° *que les fonctions des plantes sont accélérées, que leur intensité augmente à mesure que la température s'élève à partir de la limite inférieure*; il y a un certain degré de température plus favorable que tous les autres à l'activité des fonctions, un *optimum*; puis l'activité fonctionnelle diminue jusqu'à atteindre une limite supérieure de température au delà de laquelle les phénomènes ne se produisent plus.

» L'existence de températures *optima* et le retard qu'éprouve le développement sous l'influence des températures qui dépassent l'*optimum* sont inconciliables avec les théories qui admettent une proportionnalité directe ou inverse entre la durée du développement et la température ou la quantité de chaleur. On ne pourrait donc plus admettre que la quantité de chaleur nécessitée par une espèce ou par un phénomène ait toujours la même action sous quelque forme qu'elle se produise, que l'on obtienne par exemple une somme de 20° par  $10 \times 2$  ou par  $5 \times 4$ .

» Toutes les recherches faites depuis quelques années, basées sur l'observation attentive des phénomènes périodiques, confirment l'opinion de M. J. Sachs, en montrant que la température, à un moment quelconque de l'accomplissement du phénomène, a sur sa marche une influence considérable, indépendante des températures antérieures, qu'il n'y a pas de proportionnalité entre la durée de la période de développement et la température.

» J'ai pu, grâce aux matériaux fort importants réunis par l'Observatoire météorologique d'Upsala, soumettre ces différentes opinions à de nouvelles études. Depuis 1873, des observations sur l'apparition des phénomènes périodiques sont faites dans les localités les plus diverses de la Suède par environ cent soixante observateurs. La comparaison de toutes les listes fournies par chacun d'eux permet de déterminer les moyennes pour chaque phénomène dans toutes les localités. On peut ainsi établir les moyennes pour des régions plus ou moins étendues, dont tous les points soient aussi identiques que possible au point de vue de tous les agents climatiques.

» Pour pouvoir comparer les phénomènes à la marche de la température, déter-

miner l'action de celle-ci sur les premiers, il fallait rapporter les données sur les températures correspondant à chaque phénomène, non pas à chaque localité, mais à toute la région dans laquelle le phénomène est observé.

» Pour y arriver, j'ai tracé sur des Cartes de la Suède les isothermes moyennes pour chaque série de cinq jours; j'ai déduit aussi exactement que possible de ces isothermes les températures moyennes pour toute période de cinq jours dans chacune des régions étudiées; j'ai pu ainsi déterminer pour toutes ces régions la courbe des températures correspondantes à toutes les époques de l'année.

» Le Tableau I montre à quelles époques moyennes les phénomènes périodiques se sont produits en Suède pour un certain nombre d'espèces.

TABLEAU I. — *Époques moyennes auxquelles se produisent en Suède les phénomènes périodiques (années 1873-1878).*

Provinces	Latitude moyenne	FLORAISON.					MATURATION DES FRUITS		
		Corylus Avellana	Tussilago farfara	Primula officinalis	Prunus Padus.	Secale cereale hibernum (1)	Calluna vulgaris	Fragaria vesca.	Secale cereale hibernum
Laponie (Nord).	67	"	"	"	27 juin	"	15 août	"	"
Norbotten . . . .	67	"	"	"	18 juin	"	"	"	"
Laponie (Sud) . .	65	"	"	"	"	"	"	"	"
Vesterbotten . . .	65	"	"	"	17 juin	25 juin	31 juill.	23 juill.	25 août
Jemtland . . . . .	63	"	9 mai	28 mai	13 juin	21 juin	6 août	16 juill.	28 août
Ångermanland . . .	63	"	11 mai	"	10 juin	21 juin	4 août	17 juill.	22 août
Medelpad . . . . .	63	"	1 mai	"	6 juin	"	"	12 juill.	22 août
Gefle . . . . .	61	26 avril	6 mai	23 mai	3 juin	12 juin	31 juill.	8 juill.	14 août
Dalarne . . . . .	61	"	4 mai	20 mai	1 juin	10 juin	29 juill.	4 juill.	11 août
Stockholm . . . . .	59	"	18 avril	15 mai	2 juin	3 juin	"	2 juill.	6 août
Upsala . . . . .	60	23 avril	18 avril	15 mai	31 mai	4 juin	6 août	6 juill.	5 août
Vesterås . . . . .	60	19 avril	25 avril	16 mai	30 mai	3 juin	1 août	2 juill.	4 août
Orebro (Nord) . . .	59	"	17 avril	14 mai	2 juin	5 juin	"	7 juill.	30 juill.
Värmland . . . . .	60	21 avril	22 avril	17 mai	30 mai	5 juin	31 juill.	1 juill.	6 août
Nerike . . . . .	60	14 avril	17 avril	15 mai	29 mai	4 juin	3 août	3 juill.	3 août
Södermanland . . .	59	10 avril	14 avril	10 mai	29 mai	31 mai	30 juill.	30 juin	2 août
Ostergötland . . . .	59	14 avril	12 avril	10 mai	29 mai	1 juin	31 juill.	30 juin	2 août
Skaraborg . . . . .	59	7 avril	12 avril	14 mai	30 mai	1 juin	2 août	1 juill.	9 août
Bohuslän . . . . .	59	"	"	"	"	"	"	28 juin	"
Elfsborg . . . . .	59	17 avril	17 avril	15 mai	28 mai	1 juin	2 août	1 juill.	10 août
Jonköping . . . . .	57	14 avril	23 avril	17 mai	31 mai	4 juin	3 août	3 juill.	9 août
Kalmar (Nord) . . .	57	4 avril	30 avril	11 mai	29 mai	2 juin	29 juill.	4 juill.	31 juill.
Halland . . . . .	57	1 avril	13 avril	16 mai	24 mai	27 mai	3 août	29 juin	1 août
Kronoberg . . . . .	57	12 avril	"	17 mai	28 mai	3 juin	31 juill.	2 juill.	5 août
Blekinge . . . . .	56	15 mars	"	5 mai	27 mai	25 mai	"	"	30 juill.
Scanie . . . . .	56	29 mars	11 avril	10 mai	25 mai	27 mai	26 juill.	30 juill.	3 août

(1) Développement de l'inflorescence.

TABLEAU I (suite). — *Époques moyennes auxquelles se produisent en Suède les phénomènes périodiques (années 1873-1878).*

Provinces.	Latitude moyenne.	MATURATION DES FRUITS.			FEUILLAISSON.			CHUTE DES FEUILLES.		
		Hordeum vulgare.	Corylus Avellana.	Prunus Padus.	Syringa vulgaris.	Populus tremula.	Prunus Padus.	Populus tremula.	Syringa vulgaris.	
Laponie (Nord).....	67 <sup>o</sup>	"	"	13 juin	"	19 juin	11 sept.	12 sept.	"	
Norrbottn.....	67	"	"	3 juin	"	13 juin	"	"	"	
Laponie (Sud).....	65	"	"	"	"	9 juin	"	"	"	
Vesterbotten.....	65	21 août	"	1 juin	9 juin	12 juin	24 sept.	18 sept.	7 oct.	
Jemtland.....	63	30 août	"	1 juin	13 juin	12 juin	"	"	"	
Ångermanland.....	63	30 août	"	28 mai	5 juin	8 juin	28 sept.	27 sept.	8 oct.	
Medelpad.....	63	31 août	"	27 mai	6 juin	8 juin	"	"	"	
Gefle.....	61	22 août	"	23 mai	28 mai	2 juin	28 sept.	2 oct.	10 oct.	
Dalarne.....	61	"	"	22 mai	26 mai	2 juin	"	4 oct.	9 oct.	
Stockholm.....	59	28 août	14 sept.	22 mai	29 mai	2 juin	29 sept.	"	"	
Upsala.....	60	25 août	12 sept.	19 mai	26 mai	31 mai	3 oct.	10 oct.	14 oct.	
Vesterås.....	60	27 août	10 sept.	16 mai	26 mai	31 mai	4 oct.	7 oct.	"	
Örebro (Nord).....	59	"	"	17 mai	26 mai	3 juin	"	"	"	
Värmland.....	60	"	10 sept.	16 mai	24 mai	31 mai	27 sept.	30 sept.	12 oct.	
Nerike.....	60	20 août	7 sept.	14 mai	22 mai	31 mai	29 sept.	2 oct.	"	
Södermanland.....	59	20 août	28 août	16 mai	24 mai	1 juin	29 sept.	5 oct.	"	
Östergötland.....	59	19 août	"	15 mai	21 mai	31 mai	30 sept.	4 oct.	"	
Skaraborg.....	59	23 août	17 sept.	17 mai	23 mai	31 mai	3 oct.	6 oct.	19 oct.	
Bohuslän.....	59	"	"	"	17 mai	"	"	"	"	
Elfsborg.....	59	14 août	"	16 mai	26 mai	29 mai	8 oct.	8 oct.	"	
Jonköping.....	57	20 août	8 sept.	20 mai	24 mai	31 mai	30 sept.	3 oct.	13 oct.	
Kalmar (Nord).....	57	14 août	11 sept.	20 mai	23 mai	31 mai	9 oct.	10 oct.	"	
Halland.....	57	14 août	13 sept.	12 mai	17 mai	28 mai	28 sept.	6 oct.	"	
Kronoberg.....	57	21 août	11 sept.	16 mai	29 mai	31 mai	30 sept.	4 oct.	"	
Blekinge.....	56	"	"	11 mai	"	29 mai	"	17 oct.	22 oct.	
Scanie.....	56	11 août	"	9 mai	15 mai	15 mai	8 oct.	13 oct.	22 oct.	

» Le Tableau II montre à quelle température moyenne chacun d'eux s'est accompli dans les différentes régions de la Suède; pour l'établir, il a suffi de placer sur le Tableau I les températures moyennes qui correspondent à chaque jour et à chaque région considérée.

TABLEAU II. — *Température moyenne des jours où se produisent les phénomènes périodiques.*

Provinces.	Latitude moy.	FLORAISON.					MATURITÉ des fruits		
		Corylus Avellana.	Tussilago farfara.	Primula officinalis.	Prunus Padus.	Secale cereale hibernum <sup>1)</sup> .	Calluna vulgaris.	Fragaria vesca.	Secale cereale hibernum.
Laponie (Nord).....	67 <sup>o</sup>	0	0	0	0	12,5	0	11,0	0
Vesterbotten.....	65	0	0	0	0	12,5	14,7	14,0	15,0
Ångermanland.....	63	0	3,7	0	0	11,2	13,9	13,6	14,7
Gefle.....	61	2,8	5,0	7,4	0	11,1	13,0	14,3	15,3
Upsala.....	60	4,2	2,9	7,0	0	11,7	13,0	14,7	15,5
Värmland.....	60	4,0	4,1	9,4	0	11,6	13,5	15,1	14,8
Östergötland.....	59	4,2	3,9	7,6	0	11,4	12,0	16,0	15,1
Jonköping.....	57	4,0	5,2	9,0	0	11,8	12,8	15,0	14,5
Scanie.....	56	2,0	4,1	8,9	0	11,1	12,4	17,0	15,3
Amplitude.....		5,2	3,4	3,9		2,4	4,0	6,0	2,9

1) Développement de l'inflorescence.

TABLEAU II. — *Température moyenne des jours où se produisent les phénomènes périodiques (suite).*

Provinces.	Latitude moy	MATURITÉ des fruits.		FECULAISON.			CHUTE DES FEUILLES.		
		Hordeum vulgare.	Corylus Avellana.	Prunus Padus.	Syringa vulgaris.	Populus tremula.	Prunus Padus.	Populus tremula.	Syringa vulgaris.
Laponie (Nord)....	67 <sup>0</sup>	»	»	10,8	»	13,0	7,0	6,7	»
Vesterbotten.....	65	12,0	»	8,6	10,7	11,4	7,5	8,0	3,7
Ångermanland.....	63	10,7	»	7,9	10,4	11,0	7,0	7,1	4,0
Gefle.....	61	12,8	»	7,5	8,4	10,6	8,5	7,6	5,0
Upsala.....	60	13,9	10,8	9,0	9,9	11,9	7,3	5,6	4,4
Värmland.....	60	»	11,7	9,0	9,9	12,0	9,0	8,6	5,6
Östergötland.....	59	15,0	»	8,9	9,2	12,0	10,0	8,5	»
Jonköping.....	57	14,3	13,0	9,7	9,9	11,4	9,6	8,6	6,5
Scanie.....	56	15,5	»	8,6	9,9	12,8	9,0	8,6	7,7
Amplitude.....		5,9	3,2	3,6	3,2	2,4	4,4	3,6	4,0

» Avant d'aborder l'étude détaillée des phénomènes, il nous faut jeter un coup d'œil sur quelques facteurs qui ne sont pas sans ajouter plus d'une difficulté à l'étude de l'action de la température.

» La sécheresse ne vient presque jamais interrompre la végétation en Suède; nous pouvons donc la négliger. Il est rare aussi que l'on constate des perturbations dans la marche des phénomènes sous l'action d'une humidité excessive. La quantité d'eau qui tombe en Suède varie entre 300<sup>mm</sup> et 600<sup>mm</sup>, répartis entre toutes les saisons; elle atteint partout son maximum après l'épanouissement des feuilles et des fleurs et ne peut, par conséquent, exercer sur ces phénomènes une action perturbatrice; ce maximum coïncide précisément avec l'époque de la maturation des fruits; aussi est-il possible, probable même, qu'elle est modifiée par la différence dans la quantité d'eau tombée dans chaque province.

» Il est un autre phénomène qui doit nous arrêter plus longtemps. La température printanière, s'élevant très rapidement, doit tout d'abord faire fondre la neige accumulée pendant l'hiver, dégeler le sol, avant que les plantes ou les organes qui ont subi le repos hivernal puissent commencer leur développement; les arbres et les arbustes qui ne sont pas recouverts par la neige peuvent seuls se développer dès que la température s'élève. Nous avons donc à déterminer deux points différents pour le début de la période végétative, l'un pour les plantes qui subissent un repos hivernal sous la neige, l'autre pour celles qui sont entièrement ou presque entièrement découvertes pendant l'hiver, grâce à leurs grandes dimensions.

» En effet, puisque la terre est encore gelée lorsque les températures moyennes s'élèvent en Suède de plusieurs degrés au-dessus de 0°, c'est au moment où la neige a disparu, où le sol est dégelé, que commence la période végétative pour les plantes herbacées et pour la germination.

» On n'a pas, jusqu'ici, déterminé exactement ce moment; on ne peut le faire qu'approximativement, en connaissant le moment où les agriculteurs commencent au printemps les travaux de la terre; ils se hâtent de le faire aussitôt que le sol est débarrassé de neige et de glace.

» Il suffit de comparer les époques moyennes où commencent les travaux de la terre avec les dates fournies par le Tableau I pour constater que les plantes herbacées les plus printanières (*Anemone hepatica*, *A. nemorosa*, *Tussilago farfara*) fleurissent dans beaucoup de provinces avant qu'on ait commencé les travaux des champs. Les stations naturelles qu'elles habitent ont d'ailleurs une situation telle, que le sol y est dégelé plus tôt qu'il ne l'est dans la plupart des autres localités.

» Quoi qu'il en soit, le début général de la végétation sera suffisamment précisé si nous considérons qu'il a lieu au milieu du temps compris entre la disparition de la neige et le dégel du sol.

» Mais il n'est pas facile de déterminer exactement ces deux époques. La fusion générale des glaces peut en effet être décomposée en trois phénomènes : fusion des glaces, fonte des neiges, dégel du sol. La vitesse avec laquelle ils s'accomplissent est déterminée surtout par l'action plus ou moins rapide de l'élévation de la température et de la pluie.

» Grâce à l'important travail de MM. Hildebrandsson et Rundlund, j'ai pu calculer le temps qui s'écoule entre le moment où la température moyenne a dépassé 0° et le moment où la débâcle a lieu dans les différentes régions de la Suède.

» Voici le résultat de ces calculs :

*Époque de la débâcle des lacs.*

Régions.	Nombre de jours après que la température moyenne a atteint 0°.	Température moyenne au moment où la débâcle a lieu.
Entre 64° et 68° latitude.....	34	7,5
62° et 64° » .....	41	6,0
60° et 62° » .....	35	5,8
59° et 60° » .....	26	4,5
58° et 59° » .....	17	3,9
56° 30' et 58° latitude.....	16	3,5
55° et 56° 30' » .....	12	2,0

» Ces chiffres montrent nettement que la débâcle a lieu à une température d'autant plus élevée qu'on s'avance davantage vers le Nord, en d'autres termes, que la débâcle progresse plus lentement vers le Nord que la chaleur de l'été.

» La même règle s'applique, avec moins de rigueur toutefois, au dégel du sol.

La comparaison de la date à laquelle commencent les travaux de la terre avec la température moyenne dans les mêmes localités le démontre suffisamment, comme on peut le voir par les chiffres suivants :

Les travaux de la terre commencent en	Latitude.	Par une température moyenne de
Laponie (Sud).....	64 <sup>o</sup>	6,0
Skaraberg.....	61	5,6
Scanie.....	58	5,0
	56	3,7

» D'autre part, la température s'élève très rapidement au printemps, en Laponie; l'influence de la chaleur s'y fait sentir d'une façon bien plus subite que dans le Sud, de sorte que le dégel du sol est terminé fort peu de temps après la fonte des neiges. Dans le Sud, au contraire, il s'accomplit très lentement.

» La différence entre l'accomplissement de ces deux phénomènes paraît être d'environ seize jours dans les provinces méridionales par 56°; elle diminue progressivement, jusqu'à n'être que d'environ deux jours en Laponie.

» Les dates de l'un et de l'autre nous permettent de préciser à peu près exactement le commencement de la période végétative pour les plantes herbacées.

» D'un autre côté, on peut admettre que la végétation des plantes et des arbres phanérogames commence lorsque les maxima journaliers de la température s'élèvent au-dessus de 0°; or le moment où ce point est atteint a été déterminé par M. Rubenson pour toutes les stations météorologiques de la Suède.

» La période végétative est terminée pour les mêmes espèces quand la température moyenne journalière est tombée au-dessous de 0°.

TABLEAU III. — *Longueur moyenne de la période végétative.*

Provinces.	Latitude moy.	Commencement de la période végétative pour les espèces				Fin de la période végétative.	Longueur de la période végétative en jours.	
		ligneuses.	Temp. corresp.	herbacées.	Temp. corresp.		Plantes ligneuses.	Plantes herbacées.
Laponie (Nord).....	67 <sup>o</sup>	5 avril.	-3,4 <sup>o</sup>	23 mai.	5,6 <sup>o</sup>	9 oct.	187	139
Vesterbotten.....	65	1	-4,6	20	5,0	27	209	160
Jemtland.....	63	25 mars.	-4,3	19	6,0	30	219	164
Ångermanland.....	63	25	-4,6	20	5,7	1 nov.	221	165
Gefle.....	61	17	-3,5	6	4,9	12	240	190
Dalarne.....	61	15	-5,1	3	5,0	10	241	191
Upsala.....	60	15	-3,8	16 avril.	2,8	15	245	213
Värmland.....	60	8	-3,2	26	4,3	16	253	204
Östergötland.....	60	25 févr.	-4,5	14	4,1	30	278	230
Jonköping.....	57	25	-4,5	17	4,0	1 déc.	279	228
Halland.....	57	12	-4,0	2	3,0	10	301	252
Blekinge.....	56	10	-4,3	10	4,0	10	303	244
Scanie.....	56	12	-4,7	1	2,2	13	304	255

» Le Tableau III montre que la durée de la période végétative des végétaux herbacés et ligneux est notablement abrégée vers le Nord ; la différence entre 58° et 65° peut atteindre cent trois jours.

» La durée de la période végétative diminue aussi progressivement avec l'altitude : on devait s'y attendre.

» La comparaison la plus attentive entre le moment où apparaissent les phénomènes périodiques en Suède et la température moyenne permet d'affirmer que l'amplitude des variations de la température à laquelle s'accomplit un même phénomène dans les diverses localités est très faible ; elle est de :

Pour la floraison.....	2,9 <sup>0</sup>
Pour la maturation.....	4,1
Pour la feuillaison.....	2,4
Pour l'effeuillaison.....	3,6

» D'une façon générale, l'amplitude est plus forte là où les températures changent rapidement.

» On peut constater, par la comparaison des chiffres fournis par le Tableau I, que la *floraison* de toutes les espèces observées suit la même marche que l'isotherme de la température moyenne qui lui est nécessaire (voir Carte II, Pl. B. IV) ; mais, à mesure qu'on s'avance vers le Nord, la température s'élevant trop rapidement, le phénomène est retardé ; on ne peut toutefois préciser exactement la longueur de la période végétative pour chaque espèce, parce qu'on ignore son zéro spécial et qu'on n'a pas déterminé jusqu'ici le moment où les phénomènes commencent à se manifester.

» La *maturation des fruits* présente des écarts plus considérables que la floraison : l'amplitude de ces variations dépasse 4°. La comparaison des chiffres fournis par le Tableau II montre que *plus la période végétative est longue dans une contrée, plus est élevée la température à laquelle les fruits atteignent leur maturité.*

Durée de la période végétative.	Tempér. moy. lors de la maturité des fruits.
160 à 179 jours.....	12,1 <sup>0</sup>
180 à 199 jours.....	13,6
200 à 219 jours.....	14,3
220 à 239 jours.....	14,5
240 à 260 jours.....	15,8

» En dehors de ce fait, il reste encore bien des obscurités au sujet de la maturation des fruits : c'est, d'une part, que le moment précis où ce phénomène est accompli est très difficile à déterminer ; d'autre part, il présente deux périodes successives qui semblent exiger des conditions climatiques très différentes.

Nous avons vu, en outre, que le maximum de l'eau qui tombe en Suède correspond précisément à la période de maturation des fruits; ce maximum est très variable pour les différentes provinces; il exerce sur la durée de cette période une influence considérable: cela ressort évidemment de la comparaison de plusieurs provinces du Sud, entre lesquelles toutes les conditions sont identiques, à l'exception de la quantité d'eau tombée. La période de maturation est plus longue de plusieurs jours dans les localités où la quantité d'eau tombée est plus grande. Enfin la maturation des fruits exige un temps très long pour s'accomplir, et divers agents peuvent agir pendant ce temps pour allonger ou diminuer la longueur de cette période pour une même espèce dans les différentes provinces.

» Quoi qu'il en soit, on ne trouve que des différences légères dans la durée de la maturation d'une même espèce dans le Nord et dans le Sud; cependant elle serait généralement un peu plus longue dans le Sud que dans le Nord.

» Il paraît donc impossible de déterminer aujourd'hui les conditions de ce phénomène; j'ai reconnu qu'il n'est pas du tout en relation avec certaines sommes de températures; les températures moyennes les plus élevées ne paraissent pas non plus exercer sur lui aucune action sensible.

» La *feuillaison* se produit à des températures moyennes plus constantes encore que la floraison et paraît d'ailleurs soumise exactement aux mêmes lois. Sur toute la surface de la Suède il se produit à des températures très voisines de la normale.

» L'*effeuillaison* présente dans les diverses provinces un écart de 3°,6; l'amplitude de ces variations est donc notablement plus considérable que pour la feuillaison et la floraison. En calculant les températures moyennes auxquelles une espèce perd ses feuilles dans toutes les provinces, on reconnaît que, toutes les autres conditions étant égales, les feuilles tombent à une température d'autant plus élevée que la courbe des températures s'abaisse plus lentement.

» Mais les gelées nocturnes accidentelles exercent sur ces variations une influence essentielle, très variable suivant les espèces: les unes perdent leurs feuilles à la suite d'une gelée très faible; d'autres supportent des froids beaucoup plus intenses sans se dépouiller. Après un froid exceptionnellement prématuré, la chute des feuilles a lieu en même temps pour toutes les espèces. J'ai observé du reste bien souvent, notamment pour le *Larix europæa* et pour le *Betula alba*, que le degré de froid auquel une espèce perd ses feuilles varie d'un point à un autre. Dans le sud de la Finlande, par exemple, le bouleau supporte, avant de se dépouiller, des gelées plus fortes que dans le sud de la Suède Blekinge.

» Les feuilles paraissent aussi résister plus facilement aux actions nuisibles extérieures lorsqu'elles sont jeunes que lorsqu'elles sont âgées. Il y a proba-

blement quelque relation entre ce phénomène et la formation, à la base de la feuille, de la couche de liège qui précède la chute des feuilles.

» Il suffit de jeter un coup d'œil sur les Tableaux qui accompagnent ces pages pour voir que chaque phénomène est compris entre certaines limites de température; c'est surtout par les variations de la courbe annuelle des températures qu'est déterminé le moment où un phénomène s'accomplit. Dans les contrées où les conditions climatiques sont les mêmes, un phénomène s'accomplit presque exactement au même degré de température; s'il existe entre elles quelques différences climatiques, le moment où le phénomène s'accomplit est avancé ou retardé, mais il est pourtant toujours compris entre les mêmes limites.

» Lorsque la période végétative est très courte, il subit une accélération, c'est-à-dire qu'il se produit à une température inférieure à sa température normale.

» On a cru pendant longtemps, d'une façon générale, que les limites septentrionales d'une plante sont déterminées par la somme des températures nécessaires à la plante pour son développement, mais la somme des températures varie énormément pour une même espèce tout le long de ses limites septentrionales; ces limites peuvent, en effet, être déterminées par des causes très différentes: l'élévation de la température peut être si rapide que le développement des feuilles ne puisse avoir lieu avant que les limites favorables aient été dépassées, ou bien la température s'élève si peu, que la floraison n'y trouve pas le point minimum où elle peut s'accomplir; ailleurs, la période végétative est trop courte pour que les fruits puissent mûrir, pour que les feuilles aient pu élaborer une quantité suffisante de matières nutritives et en permettre l'emmagasinement.

» Il faut donc, pour connaître les causes de l'extension géographique d'une plante, préciser d'abord ce dont la plante a besoin aux divers états de son développement et déterminer comment elle peut satisfaire ces différentes exigences aux différents points de ses limites latitudinales.

---

---

# L'HÉLIOPHOTOGRAPHIE

## APPLIQUÉE A LA PRÉVISION DU TEMPS,

PAR CH.-V. ZENGER,

Professeur de Physique à l'École Polytechnique de Prague.

---

Depuis l'année 1874 j'ai appliqué l'Astrophotographie à l'étude de l'état des couches supérieures de l'atmosphère. J'ai employé dans ce but un réflecteur de M. Browning, de Londres, adapté à l'Héliophotographie, avec lequel j'ai observé au printemps et dans l'automne de 1875, pendant des orages violents et sur un ciel tout à fait clair, des zones d'absorption qui se produisaient à plusieurs reprises le même jour; elles étaient blanchâtres, très étroites, et entouraient l'image solaire en en touchant les bords.

Ces phénomènes deviennent encore plus frappants et l'on obtient de très beaux détails, comme l'ont montré beaucoup d'expériences avec des miroirs et des lentilles à court foyer, lorsque l'ouverture du miroir ou de la lentille aplanétique est supérieure à un septième de la longueur focale. Avec une lentille aplanétique de Steinheil, de 0<sup>m</sup>,014 d'ouverture et de 96<sup>mm</sup>,4 de longueur focale, j'ai pu obtenir, pendant des orages très violents à Prague, en mars et en novembre 1875, des images de zones d'absorption elliptiques, très nettes et très étendues, dont le grand axe était au moins six fois le diamètre du Soleil.

C'est au commencement de 1875 que j'ai pris la résolution de faire, chaque jour où cela serait possible, au moins une photographie du Soleil; j'ai pu ainsi accumuler, de 1875 à 1880, un nombre considérable de ces photographies, deux cent quatre-vingts au minimum par an, car il est très rare que le Soleil reste invisible pendant plusieurs jours consécutifs.

En 1876, j'ai construit moi-même un appareil astrophotographique spécial pour prendre l'image directement au foyer.

Cet appareil contient, dans un tube de zinc, un miroir de 4 pouces

d'ouverture et de 12 pouces de longueur focale, dont l'aberration de sphéricité est corrigée par un système de deux lentilles, l'une convergente, l'autre divergente; toutes les deux ont la même longueur focale et sont formées de la même matière; elles n'introduisent donc pas d'aberration chromatique, et l'on peut choisir leurs rayons de courbure de manière à corriger l'aberration de sphéricité du miroir.

Avec cet appareil, l'éclaircissement est assez fort pour n'exiger qu'un tiers de seconde de pose, tandis qu'avec la lentille aplanétique de Steinheil il faut d'une à dix secondes pour la reproduction de tous les détails d'absorption, suivant l'état de l'atmosphère et la hauteur du Soleil sur l'horizon.

La chambre noire est centrée au milieu du tube, à la place du petit miroir dans le télescope de Newton; elle se compose d'un tuyau en cuivre jaune, portant à une extrémité une chambre noire en caoutchouc durci; le système des lentilles est à l'autre extrémité, celle qui regarde le miroir sphérique.

Le châssis avec l'obturateur instantané, également en caoutchouc durci, n'est qu'une plaque circulaire de 1 pouce de diamètre, pour ne pas prendre trop de lumière au miroir.

Il est essentiel d'employer des plaques d'une sensibilité bien déterminée, mais en même temps faciles à préparer, et qui ne se dessèchent jamais; je les ai nommées, pour cette raison, *plaques demi-sèches*. D'ailleurs, il faut éviter l'emploi des sels de fer pour le développement et pour renforcer; on ne fait usage que de l'acide pyrogallique. Les photographies montrent alors beaucoup de détails très fins et assez nets pour supporter des agrandissements de dix à trente fois.

J'ai adopté l'émulsion au chlorobromure d'argent de Cooper, modifiée par moi comme on le voit par les formules suivantes:

1° On prend:

Bromure de cadmium, pur et <i>anhydre</i> .....	3,25 <sup>gr</sup>
Chlorure de calcium, pur et <i>anhydre</i> .....	0,50
Nitrate d'urane, <i>sec</i> et <i>neutre</i> .....	0,125

2° On fait une solution ainsi composée:

Pyroxyline très pulvérulente (préparée à haute température)..	2,80 <sup>gr</sup>
Alcool anhydre.....	75,00
Éther sulfurique.....	135,00

On fait dissoudre le mélange (1°) dans la solution (2°) et on laisse déposer pendant une semaine au moins.

3° On met dans une éprouvette:

Nitrate d'argent.....	0,78 <sup>gr</sup>
Alcool pur (0,8 <sup>3</sup> ).....	11,25

et l'on ajoute sept gouttes d'eau pour faciliter la dissolution ; on chauffe jusqu'à limpidité absolue de la liqueur.

4° On ajoute cette solution au collodion chlorobromuré, dont on prend 26<sup>gr</sup>,35 pour la quantité indiquée de la liqueur (3°) encore chaude.

On a soin de verser cette liqueur par petites portions de 2<sup>cc</sup>, et l'on secoue au moins pendant cinq minutes après chaque addition. On obtient une sensibilité constante et assez grande pour la reproduction des zones d'absorption, en ajoutant encore dix à vingt gouttes d'une solution concentrée de lactate d'ammoniaque ou d'une solution alcoolique de benjoin concentrée.

On peut remplacer dans la formule donnée le sel d'urane par une autre substance fluorescente, par exemple la chlorophylle. Alors il faut préparer la liqueur (2° en faisant macérer dans l'éther des feuilles de menthe poivrée soigneusement desséchées : la liqueur doit être d'un vert aussi foncé que possible et presque noir ; on filtre et l'on se sert de l'éther chlorophyllé au lieu de l'éther pur dans la formule (2°) pour préparer l'émulsion, qui est d'une couleur verte très vive.

Les détails des environs du Soleil sont alors d'une grande étendue et d'une netteté merveilleuse, tellement qu'ils reproduisent souvent la couronne et la chromosphère par les temps clairs et favorables.

Pour obtenir tous les détails, on fait deux opérations séparées en mettant la plaque émulsionnée dans le bain suivant :

1° On fait une solution composée de :

Acide pyrogallique incolore.....	10,00 <sup>gr</sup>
Alcool pur.....	100,00

2° On en prend 1<sup>cc</sup> et on l'ajoute à la liqueur suivante :

Acide tannique (tannin).....	0,9 <sup>gr</sup>
Eau distillée.....	30,0

On opère comme avec le bain d'argent : la plaque est placée dans cette liqueur, contenue dans une cuvette en verre ; on l'immerge, puis on l'expose tout de suite. Il faut laisser mouiller la plaque pour la faire recouvrir également par la liqueur, qui développe l'image au moment de la pose.

En été, on a rarement besoin de renforcer l'image ; mais, pour les temps pluvieux ou brumeux et en hiver, on fait usage de la liqueur renforçante connue, composée d'acide pyrogallique et de nitrate d'argent.

Les formules sont :

1° La liqueur pyrogallique indiquée plus haut.

2° On fait une solution de :

Nitrate d'argent.....	<sup>EF</sup> 2,0
Acide citrique.....	3,0
Eau distillée.....	100,0

Au lieu de nitrate, on peut employer du citrate d'argent avec l'acide citrique, mais la sensibilité est alors augmentée de telle manière, qu'on doit opérer dans une chambre tout à fait noire ; sans cela l'application de ce révélateur produirait une image voilée et très dure.

Après la pose, l'image du Soleil doit être visible sur la plaque et noire, quoiqu'elle soit brûlée par l'intensité de la lumière ; le disque même et ses alentours montrent souvent des zones blanches et grisâtres de formes très curieuses, et très variées, généralement spiraloïdes, à plusieurs contours, circulaires, elliptiques, paraboliques, même rectilignes, et affectant aussi la forme de la flamme de bec de gaz, de queue de comète, etc.

Pour montrer la coexistence de ces phénomènes d'absorption avec les perturbations atmosphériques, je donne plus loin les résultats photographiques et l'état atmosphérique de l'année 1879.

Depuis l'année 1875 j'ai fait des épreuves du Soleil chaque jour et plusieurs fois par jour pendant les temps orageux et pluvieux. J'ai entrepris aussi un voyage en Tyrol et dans la Suisse orientale, afin d'obtenir des épreuves sur les hauteurs du Stelvio (2580<sup>m</sup>) pendant une semaine, du 29 juillet au 4 août, à Pontresina (1870<sup>m</sup>) du 6 août au 9 septembre 1875, et même sur le pic Languard, à 3260<sup>m</sup> au-dessus du niveau de la mer.

J'ai trouvé, pendant les tempêtes si fréquentes de cet été, que les zones d'absorption se reproduisaient encore avec beaucoup plus de détails et de netteté sur les hauteurs que dans la plaine et à Prague, et que les couches les plus élevées de notre atmosphère doivent être le siège de l'absorption qui se manifeste sur la plaque sensible. Quoique invisibles à l'œil nu et dans les lunettes, les zones d'absorption me semblent tout simplement produites par la vapeur d'eau condensée en globules ou par les aiguilles de glace des couches supérieures de l'air, lorsqu'une cause perturbatrice y produit des tourbillons.

En effet, le mouvement gyrotoire produit une raréfaction de l'air à l'intérieur de la trombe et l'abaissement de la température amène la condensation de la vapeur d'eau en aiguilles de glace. Celles-ci sont lancées par la force centrifuge à la circonférence, où elles s'accumulent en couches plus ou moins denses, invisibles à l'œil nu et au télescope ; mais elles se trahissent dans la photographie, lorsque les tourbillons passent en face du Soleil, qui leur fait un fond illuminé, et elles produisent pour ainsi dire une ombre actinique par l'absorption des rayons

chimiques de la lumière solaire. C'est ainsi que se reproduit une silhouette actinique de la tranche du cyclone qui passe devant le disque du Soleil.

On voit, sur les photographies prises avant un orage, une tempête à grêle ou à neige, ou une pluie torrentielle, ces zones d'absorption entourant le Soleil et augmentant de jour en jour en blancheur et en étendue. On remarque aussi des halos de 3° à 5° de diamètre, qui indiquent par la succession de leurs couleurs qu'ils sont formés par interférences, et par conséquent par des gouttelettes d'eau gelée ou des aiguilles de glace, produites par l'abaissement rapide de la température à l'intérieur du cône gyrateur.

Fig. 1.

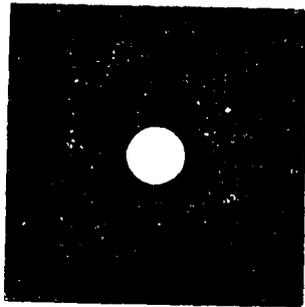
21 juin 1879. — 8<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>.

Fig. 2.

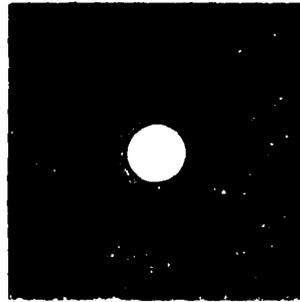
20 juin 1879. — 10<sup>h</sup> 18<sup>m</sup>.

Fig. 3.

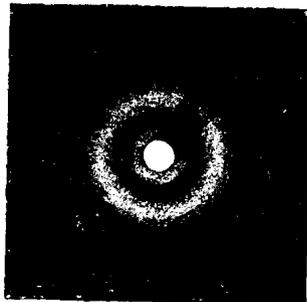
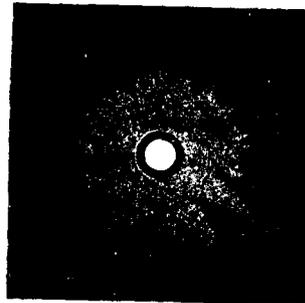
25 mai 1878. — 9<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>.

Fig. 4.

25 octobre 1878. — 11<sup>h</sup> 11<sup>m</sup>.

Les zones d'absorption sont très nettes et très étroites en cas de grand orage : elles sont elliptiques, plus étendues, très bien définies et aussi très nettes en cas de grêle, très allongées, très près de la forme parabolique ou même rectilignes ou en queue de comète lorsqu'il y a pluie torrentielle ou grande chute de neige en hiver.

Enfin, quand l'électricité atmosphérique produit de forts orages, on voit, avant, pendant et après ces orages, apparaître, augmenter et puis lentement disparaître, le jour même de l'orage ou le jour qui précède, des zones d'une forme plus com-

pliquée, spiraloïdes; les spirales ont souvent à la fois deux directions contraires et prennent ainsi l'apparence d'une flamme de bec de gaz, d'ailettes, etc. (*fig.* 1 et 2), comme on le voit sur quelques photographies faites à Pontresina en août et septembre 1875 (*fig.* 3 et 4).

On retrouve encore les mêmes apparences dans les photographies de l'année 1879, dans les mois de juin et juillet, qui ont été extrêmement orageux pendant plus de six semaines consécutives.

---

## OBSERVATIONS PHOTOMÉTÉOROLOGIQUES

FAITES PENDANT L'ANNÉE 1879 A L'OBSERVATOIRE DE PRAGUE.

---

En général, l'année 1879 a été riche en perturbations atmosphériques, surtout dans les mois de mai, juin et juillet, et, en hiver, au mois de décembre jusqu'au commencement de janvier 1880. Les orages à grêle, les inondations d'une étendue extraordinaire en Autriche-Hongrie, en Italie et en Espagne, les masses énormes de neige tombées en Europe pendant les mois de novembre et décembre 1879, et l'abaissement extraordinaire de la température, de Saint-Petersbourg jusqu'à Palerme, caractérisent cette année. La photographie du Soleil n'est pas moins riche en phénomènes curieux pendant cette période seule que dans toute la durée des observations photométéorologiques de 1875 à 1880.

La blancheur, la netteté et enfin l'étendue énorme (dix diamètres solaires et même davantage) que présentent les zones d'absorption les rendent très intéressantes et très caractéristiques. Les photographies du mois de juin, à l'exception de celle du 18, les montrent toutes; celles du mois de juillet les montrent aussi très souvent avec une forme et une étendue extraordinaires; de même en novembre et décembre, aux époques où des chutes énormes de neige se sont produites en Europe.

A côté de la description des zones d'absorption observées, j'ai indiqué tous les phénomènes qui se sont produits aux mêmes époques, tels que les tempêtes, les crues occasionnées par des pluies torrentielles, les orages à neige et à grêle, les chutes de bolides et de météorites, et les grands mouvements séismiques, en profitant de tous les renseignements que j'ai pu trouver dans les journaux. J'ai divisé cette étude en périodes de plusieurs jours où les zones d'absorption se

sont montrées d'une manière constante, et je les ai comparées à la marche du baromètre et du thermomètre, ainsi qu'aux phénomènes particuliers rappelés plus haut.

#### 1. Période du 1<sup>er</sup> au 30 janvier 1879.

Le mois a commencé avec une bourrasque très forte à Prague le 2, amenant des averses abondantes de pluie et la débâcle du fleuve Moldau.

Les dimensions des zones d'absorption ont été mesurées avec le micromètre objectif; elles étaient de  $0^{\text{mm}},00025$  ou  $\frac{1}{4}$  de micron; mais, pour éviter les fractions, j'ai préféré, dans ce qui suit, donner l'étendue de ces zones en diamètres solaires. Comme cette étendue change le même jour, et même d'une pose à l'autre, j'ai fait de trois à cinq épreuves sur la même plaque à vingt-cinq secondes d'intervalle, c'est-à-dire trois à cinq poses en une minute quinze secondes à deux minutes trois secondes, et de préférence de 9<sup>h</sup> à 10<sup>h</sup> du matin.

Les photographies du Soleil prises le 1<sup>er</sup> à 10<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> et 1<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> montrent des zones d'absorption très fortes, très étroites, de 0,5 à 1 diamètre solaire; leur forme était circulaire. La pose du 2 janvier, à 10<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>, en montre encore de plus fortes, avec des halos de 4<sup>o</sup>,5 de diamètre.

Depuis le 31 décembre 1878, un orage à neige très fort a sévi dans les montagnes de la Bohême et de la Bavière; grande crue des eaux et débâcle du fleuve Moldau. A Paris, par une température très élevée de 16<sup>o</sup>, pluie torrentielle et crue de la Seine.

En Hongrie, à Gyöngös, le 31 décembre 1878 à 6<sup>h</sup> du matin, tremblement de terre très fort causant la destruction de maisons. En Suisse, les tempêtes de neige n'avaient pas atteint une intensité égale depuis 1829. Le baromètre descend à 738<sup>mm</sup>,7, le 3 janvier à 3<sup>h</sup> après midi.

#### 2. Période du 10 au 13 janvier.

Période orageuse, commençant avec un orage épouvantable à Trieste, dans la nuit du 10 au 11. En Autriche et en Bohême, il tombe de grandes masses de neige formant une couche de 1<sup>m</sup> à 2<sup>m</sup>. Zones d'absorption très étroites, mais elliptiques, de 0,5 à 1 diamètre solaire; halos très forts de 4<sup>o</sup>,5 de diamètre, rouge sombre. Le Soleil a été photographié pendant les rares éclaircies le 13 janvier à 10<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> et le 15 à 11<sup>h</sup> 48<sup>m</sup>. Les premières traces d'absorption se montraient déjà le 9, à 10<sup>h</sup> 55<sup>m</sup>, sous forme de raies blanches, mais peu nettes. Grand bolide à Dobran, en Bohême, à 7<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> du soir. Le baromètre, à 754<sup>mm</sup>,02 le 13, descend rapidement à 742<sup>mm</sup>,77 le 15 à 3<sup>h</sup> après midi.

## 3. Période du 25 au 29 janvier.

Zones d'absorption énormes, de 8 diamètres solaires, le 24 janvier à 12<sup>h</sup> 52<sup>m</sup>; elles sont très blanches, à peu près rectilignes et un peu recourbées, affectant la forme de comètes. Les chemins de fer sont bloqués dans les montagnes de Bohême, de Saxe et de la plus grande partie de l'Allemagne par de grandes masses de neige. A Paris, chute abondante de neige. Le baromètre était à 748<sup>mm</sup>,76 le 21 janvier à 10<sup>h</sup> du matin; il tombe lentement vers 743<sup>mm</sup>,37 le 23 à 3<sup>h</sup> après midi. Grand orage à neige en Saxe.

## 4. Période du 7 au 10 février.

Zones d'absorption et halos très forts le 7 février à 12<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>, le 8 à 11<sup>h</sup> et le 9 à 12<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>. Le baromètre était à 745<sup>mm</sup>,1 le 5 à 10<sup>h</sup> du matin; il descend graduellement à 736<sup>mm</sup>,37 le 7 à 10<sup>h</sup> du matin.

Grand mouvement séismique en Europe depuis le 3 février à Norköpping en Suède; en Suisse le 7, avec grand feu et perturbation magnétique très forte; changement du courant terrestre électrique subit à Mayence; le 10, les eaux thermales de Teplitz disparaissent; à Caub, sur les bords du Rhin, grand éboulement de roches; de même, à Riva, éboulement du mont Brione.

## 5. Période du 20 au 25 février.

Zones d'absorption énormes; encore faibles le 18 à 1<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>, elles vont croître rapidement; elles atteignent 5 à 6 diamètres solaires le 19 à 12<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> et montrent une forme presque parabolique, le Soleil au foyer de la parabole; moindres le 21 à 12<sup>h</sup> 5<sup>m</sup>, de forme parabolique, 4 à 5 diamètres solaires; le 22 à 11<sup>h</sup>, elliptiques, très blanches, avec des halos rougeâtres de 4°,5 et des couches nébuleuses très sombres, grisâtres à l'extérieur des halos. Le baromètre, à 719<sup>mm</sup>,96 le 18, remonte et tombe de nouveau à 720<sup>mm</sup>,77 le 23. Grand orage et naufrages sur la Moldau par le vent, qui est très fort dans la Bohême entière; en Hongrie, orage et grêle le 18 à 9<sup>h</sup> du soir; en Tyrol, orage à neige et avalanches sur le Brenner. Le 21, grand orage à neige en Angleterre; ouragan en Dalmatie, qui détruit les phares de Pottini, de Porer, les embarcadères à Castelnuovo, Staffileo, et les bâtiments du chemin de fer à Volascà, Abazzia et Rovigo. Grand orage en Suisse, dans le canton de Vaud et sur le lac Léman, avec des dégâts considérables. L'orage à neige le plus fort sévit à Vienne le 23 et à Prague le 24. Grands mouvements séismiques au Vésuve, avec orage épouvantable à Naples et à Venise. La foudre tombe en Italie et même en Bohême.

**6. Période du 2 au 5 mars.**

Quoique le ciel fût très clair le 5 mars, les zones d'absorption étaient très larges, de 6 à 8 diamètres solaires, en forme de flammes de gaz dissipées par le vent. La semaine entière précédant le 5, le ciel était couvert et le Soleil tout à fait invisible. Bourrasques très fortes du 3 au 4 à la nuit, beaucoup de neige tombée en Bohême, crue énorme des eaux en Hongrie, de la Körös et de la Theiz; en Transylvanie de même. Le baromètre, étant descendu à  $740^{\text{mm}},31$  le 1<sup>er</sup>, remonte à  $750^{\text{mm}},63$  le 5 à 10<sup>h</sup> du matin. Grands halos autour du Soleil le 5.

**7. Période du 13 au 17 mars.**

Les zones d'absorption, le 17 et le 19 mars, sont elliptiques et de 1,5 diamètre solaire, avec des halos très forts et rougeâtres; les autres jours avant le 17, le Soleil était invisible, par suite d'une chute de neige formidable. Orage aux frontières de la Bohême, beaucoup de neige en Allemagne.

**8. Période du 27 au 30 mars.**

Zones d'absorption très nettes, elliptiques, de 3 à 4 diamètres solaires, le 24 mars à 1<sup>h}30^m</sup> et 12<sup>h</sup>. Orage à neige en Tyrol, en Styrie, avec crue de la Drau; en Suisse, des masses énormes de neige ont bloqué le passage du Gothard.

Je suis parti à la fin du mois de mars pour l'Italie, et c'est à grand'peine qu'on a surmonté les obstacles accumulés sur le chemin de fer du Brenner par un orage énorme à la fin de mars. Une forte baisse barométrique se manifesta du 31 mars au 2 avril à 2<sup>h</sup> après midi; le baromètre descendit à  $727^{\text{mm}},81$ .

**9. Période du 8 au 11 avril.**

En route pour Rome, j'ai pris des photographies le 8 avril à 11<sup>h}10^m</sup>, à l'Observatoire de Modène, pendant une bourrasque très forte (35<sup>km</sup>). Les épreuves montrèrent des zones étroites, blanches, circulaires, avec des halos forts. Le 11 à 2<sup>h</sup> après midi, à Florence, pendant une pluie torrentielle et courte avec des éclairs et forts coups de vent. A Rome les 13, 15, 18, avec de forts halos, et pendant le temps très pluvieux qui dura la moitié du mois. Le baromètre descendit à  $728^{\text{mm}},17$  le 9 à 6<sup>h</sup> du matin.

**10. Période du 23 au 28 avril.**

Arrivé à Naples, j'ai pris pendant des éclaircies, les 24, 25, 26 et 28 avril, des photographies du Soleil; elles montraient des zones d'absorption fortes et très fortes et des halos sombres, grisâtres, autour du Soleil.

Le 24, baisse barométrique, temps changeant, froid ; le 25 dans la nuit, bourrasque et éclairs violents ; pluie et grêlons le 28 à Naples, et vent très fort et très froid. Pluie abondante en Autriche et en Bohême. A Prague, deux baisses considérables surviennent le 17 (726<sup>mm</sup>,25) et le 22 (728<sup>mm</sup>,30).

#### 11. Période du 6 au 9 mai.

Zones d'absorption blanchâtres, avec halos très nettement dessinés le 6 à 9<sup>h</sup>45<sup>m</sup> et le 9 à 5<sup>h</sup> du soir, le Soleil étant couvert les autres jours. Le 5 mai seulement, le ciel a été clair, et la photographie n'a montré aucune trace de zones d'absorption.

Orageux depuis le 6 ; le premier orage avec chute de foudre éclata le 9 à Bečvar en Bohême, incendiant une maison. Ondée énorme à Miskoliz en Hongrie ; orage à neige formidable en Tyrol et à Salzburg, bloquant le passage de Radstadtes Tauern pendant plusieurs jours. Le baromètre, à 751<sup>mm</sup>,32 à 6<sup>h</sup> du matin le 5 mai, descend le 6 vers 737<sup>mm</sup>,12 et baisse à 735<sup>mm</sup>,50 le 7 à 6<sup>h</sup> du matin.

Activité nouvelle du Vésuve ; dans la nuit du 13 au 15, forte éruption. Inondations en Croatie et Slavonie.

#### 12. Période du 17 au 22 mai.

Zones d'absorption très fortes et très blanches, elliptiques ou paraboliques, depuis le 13 ; les plus fortes se montrèrent le 19 à 10<sup>h</sup>20<sup>m</sup> avec des halos très sombres, gris noirs.

Pluie énorme à Prague, de 18<sup>mm</sup>,13, du 17 au 18 ; orage avec chute de foudre à Rumburg au nord-est de la Bohême. Tempête le 22 à Welletitz ; plusieurs maisons brûlées par la foudre. Le baromètre, très haut (744<sup>mm</sup>,35) le 17 à 10<sup>h</sup> du matin, descend rapidement à 736<sup>mm</sup>,96 le 18 à 3<sup>h</sup> après midi et à 735<sup>mm</sup>,80 le même jour à 10<sup>h</sup> du soir.

#### 13. Période du 30 mai au 1<sup>er</sup> juin.

Les zones d'absorption commencent à apparaître le 27 mai à 9<sup>h</sup>, blanches, faibles, circulaires, avec des halos aussi faibles ; le 28 à 9<sup>h</sup>15<sup>m</sup>, très blanches, très nettes, avec des halos très forts et très noirs, 2 à 3 diamètres solaires. Diamètres très variables, de 5 à 8 diamètres solaires. Grandes crues des rivières en Italie ; le 28, forte éruption de l'Etna ; ondée à Ofen, en Hongrie, le 27 à 3<sup>h</sup> après midi, détruisant les jardins et les maisons près des vignobles et noyant beaucoup d'hommes ; en Bohême, les 26, 27 et 28 mai, orage à grêle violent en diverses parties du pays ; de même, en Saxe, plusieurs incendies par la foudre ; à Nassau, fort tremblement de terre le 27 au soir.

Grand bolide observé à Tachau, très brillant et plus grand que la Lune à  $12^{\text{h}} 7^{\text{m}}$  le 24.

Le baromètre, tombant depuis le 25 à  $6^{\text{h}}$  du matin de  $742^{\text{mm}},30$  jusqu'au 27 à  $3^{\text{h}}$  après midi à  $732^{\text{mm}},64$ , remonte le 28 à  $737^{\text{mm}},49$ , baissant de nouveau le 29 à  $6^{\text{h}}$  du matin à  $735^{\text{mm}},89$ , puis remontant le 29 à  $742^{\text{mm}},19$  par un vent violent de Sud-Ouest.

#### 14. Période du 13 au 20 juin.

C'est avec cette période que commence une série à peu près continue de zones d'absorption d'une grandeur extraordinaire, car depuis le 26 mai, où elles étaient de 4 diamètres solaires, elles atteignent, les 27, 28 et 30, de 6 à 8 diamètres, avec deux à quatre enveloppes allant du blanc de neige au gris sombre à peu près noir; elles recommencent à apparaître les 1, 2 et 4 juin et sont alors très blanches, très irrégulières, et de forme allongée; le 4 elles ont jusqu'à 7 diamètres solaires; les 5 et 6, elles sont encore fort bien visibles; le 7, encore bien visibles, grisâtres; elles disparaissent le 9, quoiqu'il y ait encore des halos très faibles autour du Soleil. C'est le 11 à  $2^{\text{h}}$  qu'elles recommencent de  $0,5$  à 1 diamètre solaire, blanchâtres et circulaires, quelques-unes elliptiques et très allongées, avec quatre enveloppes différentes, allant du blanc au gris foncé et de 8 à 9 diamètres solaires au maximum. Le 12 à  $10^{\text{h}} 40^{\text{m}}$ , encore plus fortes, plus blanches, mais seulement de 2 à 3 diamètres solaires, circulaires; halos faibles, grisâtres. Le 15 à  $9^{\text{h}} 25^{\text{m}}$ , zones très prononcées, très blanches, à plusieurs contours spiraloïdes apparents avec grossissement de trente fois dans le microscope. Le 16 à  $9^{\text{h}} 30^{\text{m}}$ , zones circulaires très nettes, grisâtres, de 2 diamètres solaires. Le 17, les zones sont faibles et les halos très faibles. Le 20 à  $10^{\text{h}} 15^{\text{m}}$ , les photographies montrent des zones merveilleuses, d'une netteté parfaite et d'une blancheur aussi vive que celle de la neige, et qui n'avait jamais été observée depuis l'orage de novembre 1875, où elles étaient moins blanches, elliptiques, à peu près circulaires, de 5 à 7 diamètres solaires, avec des spirales énormes étendues jusqu'à 15 à 20 diamètres solaires, comme une brume mal définie, grisâtre et sombre (*fig. 5 et 6*).

Je fus si étonné de cette apparence extraordinaire, que j'ai soupçonné un orage à grêle: ces zones deviennent encore plus grandes, plus nettes et même définies le même jour à  $10^{\text{h}} 28^{\text{m}}$ . Les trois poses faites à cette heure montrent le Soleil à peu près entouré de deux zones spiraloïdes de directions contraires dans la deuxième et la troisième image. A  $5^{\text{h}} 15^{\text{m}}$  et  $5^{\text{h}} 30^{\text{m}}$  du soir, les zones sont moins blanches, mais encore très nettement définies et blanchâtres, de forme à peu près circulaire.

Depuis le 3 juin, une période d'orages à peu près continue commença en Bohême. Le 7, à Tetschen, nord-ouest de la Bohême, orage à grêle; à Troppau, Silésie, et à la

frontière nord-est deux ondées dans la nuit du 6 au 7 juin; crue d'eau de l'Oppa et de la Nora, avec inondation. Dans la nuit du 6, grand orage, chute de foudre et ondées à Böhmisch Brod (près de Prague), avec grêle formidable, et à Schwarzkostelec et Rican. Le 8, grande ondée dans le district de Kaurim; plusieurs maisons emportées par les eaux et plusieurs hommes noyés. Le même jour à 4<sup>h</sup> après midi, à Laun (Bohême centrale), grande tempête; la foudre, tombant plusieurs fois, a mis le feu dans les environs de la ville. A Prague, le même jour, pendant un orage à 5<sup>h</sup> après midi, la foudre tombe sur une villa à Smichow, faubourg de Prague. Le 12, orage très court à Prague à 2<sup>h</sup> après midi. Du 13 au 16 juin, pluie torrentielle de quarante heures, incessante; beaucoup de dégâts pour l'agriculture. Le 10, ondée à Grulits avec beaucoup de dégâts. Le 14, à Troppau en Silésie, et à Znaym en Moravie le même jour, ondées et inondations par une pluie

Fig. 5.

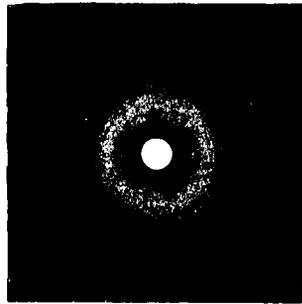
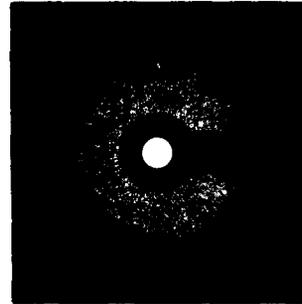
30 juin 1879. — 10<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>.

Fig. 6.

24 juin 1879. — 9<sup>h</sup> 10<sup>m</sup>.

torrentielle de quarante-huit heures. La Moravie du Sud entière est inondée. Le 13, le Tyrol et la Suisse, dans le district du Rhône, sont ravagés par un orage à grêle épouvantable. L'Allemagne occidentale, jusqu'au 19, était également visitée par une série d'orages très étendus, avec des dégâts par la foudre et une pluie abondante.

La masse énorme d'eau tombée du 13 au 25 juin à Prague se répartit comme il suit :

- Le 12 juin, pluie continue de 12<sup>mm</sup>, 55.
- Le 13 » pluie continue de 37<sup>mm</sup>, 81; crue de la Moldau. 0<sup>m</sup>. 84 au-dessus de zéro.
- Le 14 » pluie continue de 5<sup>mm</sup>, 10.
- Le 15 » brume très forte.
- Le 16 » pluie faible et brume encore forte.
- Le 17 » brume; l'après-midi, pluvieux.
- Du 18 au 22 juin, brume sans interruption.
- Le 23 juin, pluie de 0<sup>mm</sup>, 79.
- Le 24 » pluie de 7<sup>mm</sup>.
- Le 25 » pluie de 3<sup>mm</sup>, 88.

La quantité totale de pluie tombée du 12 au 25 juin est de 76<sup>mm</sup>, 16, et l'on

voit que la grêle, les ondées et la pluie torrentielle se sont étendues en Allemagne, en Autriche, en Bohême, en Silésie, en Moravie, jusqu'au district de Presburg en Hongrie, dans le Tyrol (destruction de la vallée de Tauferen et formation d'un lac), et dans la Suisse. La France même était ravagée par un orage le 12 de ce mois.

**15. Continuation de la grande période de grêle et des orages  
du 21 au 29 juin.**

Depuis le 21 juin, les zones d'absorption étaient étonnantes par leur netteté, par leur blancheur et par leurs dimensions énormes.

Jun 21 à	<sup>h</sup> 7. 0.	<sup>m</sup> Zones d'absorption blanches, très nettes, de 1,5 à 15 diamètres solaires, avec des halos très forts.
	8. 15.	Zones d'absorption très nettes, à plusieurs contours spiraloïdes. Trois images sur la même plaque, dont une montre deux spirales en directions contraires, affectant la forme d'ailes superposées, avec plusieurs contours spiraloïdes, très blancs, et elliptiques.
	9. 00.	Trois images à 15° d'intervalle; zones très blanches, très irrégulières, de 4 à 9 diamètres solaires.
	9. 35.	Moins blanches, elliptiques, de 5 à 6 diamètres solaires.
	12. 15.	Très blanches, de 7 à 8 diamètres solaires.
	6. 15.	Très blanches, de 2 à 7 diamètres solaires.
Jun 22 à	8. 45.	Halos très grands, grisâtres.
	9. 5.	Halos et absorption faible.
	9. 20.	Les zones d'absorption sont la reproduction de celles du 20 et du 21 juin, blanc de neige, elliptiques, de 2 à 8 diamètres solaires; quelques-unes ont la forme de flammes de bec de gaz.
	10. 6.	
	1. 20.	Encore plus grandes, blanc de neige, elliptiques, de 5 à 7 diamètres solaires, entourées de halos très sombres et très forts.
Jun 23 à	7. 00.	Halos très forts; absorption circulaire.
	8. 10.	Zones blanches très pures, elliptiques, spiraloïdes, très nettes, à plusieurs contours.
	8. 45.	Très semblables, mais moins blanches et de dimensions énormes; 4 à 6 diamètres solaires.
	9. 5.	
	10. 10.	Énormes et en forme de flammes de gaz, très larges et très allongées.
Jun 24 à	8. 20.	Énormes, blanches, elliptiques, spiraloïdes, de 4 diamètres solaires, entourées de halos très forts.
	9. 10.	Encore plus grandes, de 1 à 7 diamètres solaires, avec des halos très forts.
	9. 25.	Très grandes, elliptiques, mais irrégulières, de 6 diamètres solaires, entourées de halos très forts, noirâtres.
Jun 26 à	9. 0.	Irrégulières, et de 4 à 6 diamètres solaires.
	9. 15.	Énormes, très blanches, spiraloïdes, à plusieurs contours elliptiques, de 4 à 6 diamètres solaires, avec des halos.
	10. 30.	Blanches, de 6 diamètres; halos très étendus, de 5°, et très noirs.
	10. 45.	Irrégulières, blanchâtres; halos noirs.
Jun 27 à	0. 00.	Les zones étaient plus faibles et grisâtres.
Jun 28 à	9. 50.	Zones d'absorption circulaires ou peu elliptiques, de 0,5 à 1,5, très nettes et très blanches.
	10. 10.	Absorption faible; halos gris sombre.
Jun 29 à	9. 17.	Zones grisâtres bien dessinées, de 1 à 2 diamètres solaires, elliptiques, avec des halos très forts.
Jun 30 à	8. 30.	Halos énormes de 10°, entourés de brume, gris noir jusqu'à 15° au maximum; zones d'absorption très blanches, très étroites, de 1 diamètre solaire, et circulaires.

Depuis le 21 le temps devient encore plus mauvais ; la pluie augmente vers le 25, avec des tempêtes continuelles en Bohême et en Allemagne, avec des ondées, de la grêle, grande dépression barométrique en Angleterre, en Allemagne et en Russie. Ouragan à Berne le 26. Grand orage à Vienne, et ondée à Vienne et à Brünn, avec de la grêle très forte, plusieurs coups de foudre. De même à Prague, le 29 au matin, pluie de 7<sup>mm</sup>,57, quoique très courte ; le fleuve, 0<sup>m</sup>,40 au-dessus de zéro. A Torbole (Tyrol du Sud), le 25 au soir, orage très fort, avec crue énorme du lac de Garde, inondation des maisons même très éloignées du lac. En Bohême, la grêle ne cessa de tomber dans diverses localités depuis le 17 jusqu'au 29. En Hongrie, à la même époque, on a observé des grêlons de 40<sup>gr</sup> à 50<sup>gr</sup>. Le 29, forte tempête à Paris. Forte baisse barométrique à Prague le 25 à 10<sup>h</sup> du soir (738<sup>mm</sup>,25) ; le baromètre montait rapidement à 747<sup>mm</sup>,52 le 28 à 6<sup>h</sup> du matin, oscillant plusieurs fois entre 738<sup>mm</sup> et 747<sup>mm</sup>. Le 2 juillet, orage à grêle à Prague ; beaucoup de ravages dans les jardins des environs de Prague ; à Elbe-Kostelee (40<sup>km</sup> de Prague), tempête violente, grêle et coups de foudre à midi ; l'ondée a fait des ravages considérables et la foudre a causé des incendies. A Riesch, en Moravie, des grêlons de 70<sup>gr</sup> détruisaient les arbres fruitiers, les bois, le bétail et les lièvres dans les champs.

#### 16. Période du 3 au 8 juillet.

Depuis le 2 juillet, les zones d'absorption se manifestent de nouveau ; très faibles à 8<sup>h</sup>15<sup>m</sup>, quoique bien visibles, elles étaient déjà très fortes et très blanches, bien définies et elliptiques, de 3 à 4 diamètres solaires, à 8<sup>h</sup>35<sup>m</sup>. A 3<sup>h</sup> de l'après midi un orage à grêle ravage les environs de Prague. Le 3, à 8<sup>h</sup>30<sup>m</sup> et 8<sup>h</sup>45<sup>m</sup>, elles étaient encore plus fortes et circulaires ou elliptiques ; coups de vents très forts et pluie à plusieurs reprises l'après-midi.

Les dimensions des zones étaient énormes, de 8 à 9 diamètres solaires, et très blanches, avec des halos très sombres et très forts.

Juillet 5 à	8.11. <sup>m</sup>	Blanches, de 3 à 4 diamètres solaires, irrégulières, elliptiques ; halos très forts, noirâtres, entourés de brume grisâtre, de 8 à 9 diamètres solaires.
	8.36.	Les zones deviennent encore plus fortes et plus blanches, mais plus régulières et circulaires.
Juillet 6 à	9.30.	Zones grisâtres, de 5 diamètres solaires, en forme de comète à peu près rectiligne.
	10.25.	Très blanches et très allongées, elliptiques, avec des halos noirâtres.
Juillet 7 à	9. 2.	Très blanches, circulaires, spiraliformes, avec des halos noirs.
Juillet 10 à	8.50.	Blanches ; halos noirâtres, mal définis.
	9. 8.	Très blanches, circulaires, spiraliformes, assez nettes.
Juillet 11 à	9.00.	Très blanches, circulaires.

Depuis le 1<sup>er</sup> juillet à 6<sup>h</sup> du matin, le baromètre baissa continuellement de 747<sup>mm</sup>,22 à 735<sup>mm</sup>,99 le 2 à 10<sup>h</sup> du matin ; beaucoup de pluie et d'orages à grêle en Bohême.

Le 3 juillet, pluie continue;  $6^{\text{mm}}$ , 15 depuis le 28 juin; le 4, le fleuve marque  $0^{\text{m}}$ , 27 au-dessus de zéro; le 6,  $2^{\text{mm}}$ , 15, et le 7,  $1^{\text{mm}}$ , 11. Perturbations magnétiques assez fortes depuis le 8. Nouvelle baisse barométrique du 8 à 10<sup>h</sup> du soir ( $737^{\text{mm}}$ , 0) au 10 à 3<sup>h</sup> après midi ( $736^{\text{mm}}$ , 16). Grands halos autour du Soleil, le ciel presque tout à fait couvert. La pluie torrentielle et les orages à grêle recommencent en Bohême le 2, en Hongrie le 3, en Illyrie et à Salzkammergat le 6, avec grand abaissement de température; le 6 au matin, à Prague, 10° C., avec vent très fort et très froid le 7.

#### 17. Période du 16 au 22 juillet.

Du 12 au 15 juillet les zones d'absorption sont faibles et très faibles; le 13 et le 15 elles deviennent plus considérables, et augmentent encore le 18 et le 19; elles sont larges de 2 à 3 diamètres solaires le 20 à 3<sup>h</sup> 7<sup>m</sup> et de 5 diamètres le 21, avec des halos très forts.

Pluie très forte ( $7^{\text{mm}}$ , 0) le 17;  $0^{\text{mm}}$ , 54 le 18; hauteur du fleuve +  $0^{\text{m}}$ , 39. Le 20 à 4<sup>h</sup> 5<sup>m</sup>, pluie forte, mais très courte; le 21, pluie forte; le 23, pluie torrentielle à Teplitz et aux montagnes du nord-ouest, avec vent très fort.

Baisse barométrique le 22 à 3<sup>h</sup> après midi ( $736^{\text{mm}}$ , 29) jusqu'à 10<sup>h</sup> du soir. *Fata morgana* à Brandeis sur l'Adler. On voit une croix lumineuse qui se résout en présentant les couleurs de l'arc-en-ciel, et puis un paysage entier au bord de la mer, des troupes à pied et à cheval, une église et des rochers au bord de la mer.

#### 18. Période du 1<sup>er</sup> au 7 août.

Le 1<sup>er</sup> août, à 9<sup>h</sup>, les zones étaient circulaires, avec des halos noirs; à 9<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>, très blanches, elliptiques, très allongées, spiraloïdes et halos grisâtres. Orage le 2, dans l'après-midi, dans la Bohême centrale. Baisse barométrique le 4 de  $744^{\text{mm}}$ , 35 au 6, à 6<sup>h</sup>,  $740^{\text{mm}}$ , 35. Orage à pluie torrentielle le 7; le fleuve marque +  $0^{\text{m}}$ , 24. Le 9, baisse à  $736^{\text{mm}}$ , 83; grêle énorme à Dux, en Bohême; grand orage à grêle en Tyrol, détruisant les vignobles et les arbres fruitiers de Meran le 4.

#### 19. Période du 15 au 18 août.

La baisse barométrique commence pendant un temps pluvieux, le 15 à 10<sup>h</sup> du soir; le baromètre, qui est à  $743^{\text{mm}}$ , 88, descend à  $739^{\text{mm}}$ , 61; le lendemain 16, à 3<sup>h</sup> après midi, il commence à remonter à 10<sup>h</sup> du soir ( $741^{\text{mm}}$ , 75); pluie de  $8^{\text{mm}}$ , 75.

Les zones d'absorption ont été observables seulement depuis le 20; le 21 et le 22, très fortes et spiraliformes, circulaires et blanches. Orage dans la nuit du 16; le 17, pluie torrentielle à Teplitz; le 18, orage très fort, pluie abondante; de

même le 19. Les zones d'absorption sont très fortes et vont en augmentant. Le 23, à 2<sup>h</sup>, elles sont à leur maximum. Orage avec beaucoup d'éclairs dans la nuit du 22 au 23. Le 23, à 8<sup>h</sup>35<sup>m</sup>, les zones sont rectilignes, grisâtres, énormes, de 7 à 8 diamètres solaires. Grêle à la frontière montagneuse du nord-ouest. Orage à grêle au centre de la Bohême, le plus fort à Kolin.

#### 20. Période du 25 au 30 août.

Zones d'absorption faibles les 25 et 26; le 27, à 8<sup>h</sup>25<sup>m</sup>, beaucoup plus fortes avec des halos grisâtres aussi forts. Depuis le 27, pluie abondante et orages dans l'Autriche inférieure et dans toute la Hongrie jusqu'au 29, où la foudre a tué des hommes. Baisse barométrique le 27 à 10<sup>h</sup> du soir (740<sup>mm</sup>,42) et le 28 à 6<sup>h</sup> du matin (740<sup>mm</sup>,69).

#### 21. Période du 8 au 10 septembre.

Les zones d'absorption étaient faibles, mais visibles, du 2 au 4 septembre; mais elles vont en s'agrandissant les 7, 8 jusqu'au 9, où elles sont, à 9<sup>h</sup>48<sup>m</sup>, circulaires avec des queues rectilignes, de 6 diamètres solaires au maximum, et très blanches. Ondée à 5<sup>h</sup> après midi, le 9, avec des rafales.

Le 10, à 10<sup>h</sup>45<sup>m</sup>, elles étaient d'une netteté admirable, très blanches, avec plusieurs contours spiraliformes, circulaires, et des halos très forts entourés de brume grisâtre jusqu'à 10 et 11 diamètres solaires.

Le maximum d'étendue des zones d'absorption était, le 8 septembre à 9<sup>h</sup>48<sup>m</sup>, de 8 diamètres solaires.

Le baromètre, très haut (756<sup>mm</sup>,60) le 2 à 6<sup>h</sup> du matin, descend le 3 à 3<sup>h</sup> de l'après-midi à 750<sup>mm</sup>,03 et va s'abaissant jusqu'à 739<sup>mm</sup>,39 le 6 à 3<sup>h</sup> après midi, atteignant le minimum de 737<sup>mm</sup>,27 à 3<sup>h</sup> après midi le 9.

Orage à Prague avec pluie torrentielle de 8<sup>mm</sup>,98 à 5<sup>h</sup> après midi le même jour. Abaissement général du baromètre du nord jusqu'à la partie sud-est de l'Autriche et dans la Bosnie. Grand orage à Novi-Bazar; destruction de la ligne télégraphique militaire en Bosnie dans la nuit du 8 au 9. La pluie, d'une durée extraordinaire, a produit des crues formidables en Bosnie.

Tombée de neige abondante dans les montagnes de la Suisse et de la Bavière. La mer Adriatique était furieuse du 2 au 4.

#### 22. Période du 19 au 22 septembre.

Les zones d'absorption étaient encore bien prononcées et de 4 à 6 diamètres solaires les 12, 14, 15 et 16 septembre, atteignant leur maximum de 6 à 7 diamètres solaires le 16 à 10<sup>h</sup>37<sup>m</sup>. Leur forme était elliptique, très bien définie et

très blanche; les halos faibles et blanchâtres. Mais elles devinrent subitement énormes le 17 à 9<sup>h</sup>, de 8 diamètres solaires à peu près, très allongées et elliptiques; le jour suivant, elles sont revenues à 2 ou 3 diamètres solaires à 10<sup>h</sup> et s'agrandissent de nouveau le 19, à 2<sup>h</sup>30<sup>m</sup>; elles deviennent blanchâtres, avec des halos très forts et très nets; de même le 20 à 10<sup>h</sup>10<sup>m</sup> et le 21 à 11<sup>h</sup>, 10, où elles sont très blanches, très nettes et circulaires. Elles étaient encore énormes le 23 à 9<sup>h</sup>45<sup>m</sup>, de couleur très blanche, très nettes et elliptiques, de 4 à 6 diamètres solaires, avec des halos de 4°, 5 en diamètre et blanchâtres. Quoique moindres, elles étaient aussi très nettes le 22 et le 24, à 9<sup>h</sup>10<sup>m</sup>, et elles vont s'affaiblissant rapidement vers le 29.

Le baromètre, haut (746<sup>mm</sup>, 27) le 19 à 10<sup>h</sup> du matin, commençait à descendre dans l'après-midi et était à 740<sup>mm</sup>, 05 le 22 à 3<sup>h</sup>, avant un orage et une pluie très forte à Prague.

Ondées consécutives à Prague le 20 au soir; ondée énorme en Silésie, à Gogolin, en Prusse, destruction partielle du chemin de fer de la Silésie. Le 19, orage très fort à Pilgram, en Bohême, avec dégâts causés par une pluie torrentielle et incendies par la foudre. Depuis le 24, tombée énorme de neige sur la route du Gothard. Le 19, grand bolide observé en Hongrie, à Eperies, à 10<sup>h</sup>15<sup>m</sup> du soir. Le 29, terrible orage et ondée en Bosnie, et inondation de la vallée entière du Lim, en Bosnie.

### 23. Période du 2 au 6 octobre.

Les zones d'absorption étaient bien visibles depuis le 2 octobre, à 9<sup>h</sup>38<sup>m</sup>, où elles atteignaient 3 diamètres solaires; le 4, elles étaient encore plus grandes (de 3 à 4 diamètres solaires), avec des halos blanchâtres; le 5, zones très fortes, de 4 à 5 diamètres solaires; le 6, à 10<sup>h</sup>15<sup>m</sup>, encore très fortes, très blanches, et circulaires ou spiraliformes à plusieurs contours. Le 9, zones très fortes, spiraliformes, circulaires et très blanches, avec des halos aussi très forts. Le maximum de 8 diamètres solaires se produit le 10, à 10<sup>h</sup>30<sup>m</sup>.

Le baromètre, à 748<sup>mm</sup>, 81 le 1<sup>er</sup> à 6<sup>h</sup> du matin, baisse depuis le 2, à 3<sup>h</sup> après midi (743<sup>mm</sup>, 43), et puis remonte rapidement à 752<sup>mm</sup>, 88 le 6 à 6<sup>h</sup> du matin.

La mer d'Allemagne était agitée, le 2, par une tempête très forte; grand abaissement de température en Bohême, du 4 au 6; orages à neige dans les montagnes de la Bohême.

En France et en Angleterre, temps orageux depuis le 28 septembre au 10 octobre; en Suisse, tombée énorme de neige de 70<sup>mm</sup>; la température descend jusqu'à - 5° C. en Bavière. En même temps, la mer Noire était atteinte par plusieurs bourrasques très fortes, et les pays des Balkans avaient des orages avec pluie torrentielle.

## 24. Période du 16 au 22 octobre.

Les zones d'absorption ont disparu depuis le 12 octobre; mais elles deviennent énormes le 16, de 8 à 9 diamètres solaires, spiraloïdes, elliptiques, de trois à quatre contours bien discernables, avec des halos d'une couleur orangée; le maximum est montré par les photographies prises à 9<sup>h</sup>30<sup>m</sup>.

Le baromètre, très haut (753<sup>mm</sup>,47) le 13 à 6<sup>h</sup> du matin, commençait à baisser le 14 (742<sup>mm</sup>,50) à 3<sup>h</sup> après midi; le minimum est de 737<sup>mm</sup>,82 le 15 à 6<sup>h</sup> du matin, puis le baromètre remonte et baisse de nouveau le 18, à 2<sup>h</sup> après midi, à 733<sup>mm</sup>,03, et le 21 à 731<sup>mm</sup>,40.

Cette deuxième dépression était fort bien marquée dans les photographies, qui montrent les formes les plus curieuses que j'aie jamais observées; quoique allongées et spiraloïdes, elles sont ovales et montrent plusieurs contours nuancés du blanc au gris sombre, avec le maximum d'étendue le 23 à 8<sup>h</sup>. Les zones atteignaient 8 diamètres solaires.

Cette période a été une des plus désastreuses dans une année déjà si riche en orages. Grand désastre de Murcie, en Espagne, par la crue énorme des eaux. En Tyrol, en Styrie, en Carinthie et en Silésie, le 14 et le 15, orages à neige très forts; de même en Hongrie. A Vienne, violent orage à neige, le 16 dans la nuit. Grande tempête et baisse barométrique en Italie et sur la mer Adriatique le 17.

Le 18, grand orage à neige dans l'Erzgebirge de la Bohême.

Tombée énorme de neige en Bosnie le 17; à Riva, en Tyrol, la pluie tombée depuis le 16 est de 79<sup>mm</sup>, à Gœrz de 92<sup>mm</sup>, à Agram, en Croatie, de 40<sup>mm</sup>. Le 19, bourrasques très fortes en Angleterre et en Allemagne.

La même période a été très riche en mouvements sismiques, et plusieurs grands bolides ont été observés. Le 13, à Trens, en Tyrol, bolide magnifique à 5<sup>h</sup>50<sup>m</sup>, avec queue longue et lumineuse qui s'est séparée en trois étoiles brillantes. A Dresde, bolide en forme de comète au nord-est, avec queue formidable, dont ont jailli plusieurs météorites brillants, le ciel étant tout à fait clair.

Grand orage en Angleterre, en Écosse et aux Hébrides.

Grand tremblement de terre en Hongrie, à Weiskirchen et Moldava; du 10 au 15 les secousses se sont répétées treize fois, le sol de l'île près de Moldava s'est enfoncé, et de l'eau bouillante mêlée de sable a jailli à la hauteur de 2<sup>m</sup>. L'église et plusieurs maisons sont ruinées et entièrement détruites. Les variations de l'aiguille aimantée sont fortes et très fortes jusqu'au 23.

## 25. Période du 28 au 30 octobre.

Dans la vingt-cinquième période, du 28 au 30 octobre, le ciel fut couvert et le Soleil entièrement invisible.

## 26. Période du 7 au 11 novembre.

Pendant le mois de novembre, le ciel fut couvert et le temps peu favorable pour la Photographie; néanmoins j'ai pu prendre, par des éclaircies, quelques images les 3, 7, 12 et 20. Le 3, les zones d'absorption étaient très blanches et très fortes, à quatre contours spiraloïdes et nuancées du gris sombre au blanc à peu près pur, et l'étendue était énorme, de 4 à 7 diamètres solaires, le 3 à 8<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>.

Le 7, à 9<sup>h</sup>, les zones étaient encore énormes, à plusieurs contours bien nuancés, grisâtres, avec des halos faibles de 5 à 7 diamètres solaires; elles étaient plus petites que 4 à 5 diamètres solaires le même jour à 9<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>. Peu de temps après la pose le ciel se couvrit rapidement et devint noir sombre, couvert de nuages extrêmement agités et menaçants. Puis vinrent des rafales très fortes avec du tonnerre et un éclair très vif se produisit; l'orage éclata, mais fut très court; la neige et la grêle étaient projetées avec force contre les fenêtres. Le 12, pendant des bourrasques très fortes, les zones d'absorption étaient très blanches et très fortes pendant une éclaircie, à 1<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>.

Le baromètre, descendu à 736<sup>mm</sup>, 52 le 2 à 3<sup>h</sup> du soir, remontait rapidement à 752<sup>mm</sup>, 16 le 5 à 10<sup>h</sup> du matin et à 758<sup>mm</sup>, 78 le 9 à 10<sup>h</sup> du matin; mais il allait s'abaisser de nouveau à 742<sup>mm</sup>, 76 le 11 et à 731<sup>mm</sup>, 80 le 12, atteignant le minimum de 730<sup>mm</sup>, 41 le 13 à 6<sup>h</sup> du matin.

Cette période a été marquée par des orages formidables avec neige énorme en Bohême, dans la nuit du 11 au 12 et pendant quatre jours consécutifs. Dans les montagnes, les orages éclatèrent déjà le 7 à 10<sup>h</sup> du soir, causant beaucoup de dégâts par la neige, détruisant les arbres dans les jardins et dans les bois étendus de la frontière. En Autriche, à Vienne, à Salzburg, orage très fort avec neige; la communication des chemins de fer est même interrompue dans les rues de Vienne. En Suisse et en Bavière, masses énormes de neige atteignant la hauteur de 3<sup>m</sup>. En Saxe, les communications sont suspendues, les chaussées étant rendues impraticables par les masses de neige, qui n'avaient jamais été si grandes depuis la chute mémorable de 1851.

Éruption du Vésuve, renouvelée le 18 avec torrents de lave.

Météore très brillant en forme de comète le 11 à 6<sup>h</sup> du soir, et neige électrique observée à Windsleren, près de Klagenfurt (Carinthie).

## 27. Période du 19 au 25 novembre.

La seule photographie qu'il ait été possible de prendre le 20, à 8<sup>h</sup> 50<sup>m</sup>, montrait des zones énormes, jusqu'à 7 diamètres solaires, très blanches près du Soleil, avec plusieurs contours gris sombre. Zones très allongées, mais très

irrégulières, spiraloïdes, à peu près quadrangulaires, ovales avec des halos gris jaunâtre, mais faibles.

Le baromètre était haut, de 749<sup>mm</sup>,38 à 751<sup>mm</sup>,60, le 20, atteignant 753<sup>mm</sup>,44 le 22 à 10<sup>h</sup> du matin; mais il baissait rapidement à 746<sup>mm</sup>,71 le lendemain, et était à 740<sup>mm</sup>,75 le 24 à 10<sup>h</sup> du matin.

Même caractéristique que pour la période précédente; orages incessants à neige et brouillards épais comme en Angleterre depuis le 22. Les chemins de fer et les chaussées devinrent impraticables en Bohême, le service de la poste aux lettres fut interrompu, et les communications, en plusieurs contrées, devinrent impossibles même pour les piétons.

Les montagnes de Bohême ont souffert gravement de chutes incessantes de neige du 16 au 26. En Suisse, masses énormes de neige; la tempête a détruit un nombre énorme d'arbres fruitiers et de vignes et tué beaucoup d'hommes. Inondation par la Moselle à Metz.

Grands mouvements séismiques en Autriche, à Kufstein, le 29 à 9<sup>h</sup> et de nouveau à 10<sup>h</sup>30<sup>m</sup> du soir, à Johanngeorgenstadt (Saxe); orage épouvantable avec tremblement de terre à midi. Le 17, tremblement de terre en Suisse, et chute de roches du Vitznauer Stock.

Grand bolide très brillant à Neutilschein, observé le 23 à 4<sup>h</sup>, le Soleil étant près de l'horizon caché par des nuages très sombres, tandis que le ciel était tout à fait clair du côté nord. Le bolide tombait à peu près perpendiculairement avec grande vitesse sur l'horizon nord, et avec une lumière éclatante blanc bleuâtre, surpassant celle de la Lune et mesurant à peu près la moitié du disque lunaire.

#### 28. Période du 3 au 8 décembre.

Depuis le 1<sup>er</sup> décembre à 9<sup>h</sup>50<sup>m</sup>, les zones d'absorption sont perceptibles, mais très diffuses et peu nettes, d'un blanc grisâtre et de 0,5 à 0,8 diamètre solaire. Mais elles devinrent très fortes le 3 à 9<sup>h</sup>20<sup>m</sup>, et de 2 à 3 diamètres solaires, blanc grisâtre et elliptiques; le 4, elles atteignirent des dimensions très grandes, de 4 à 6 diamètres solaires, très blanches et très nettes, à plusieurs contours spiraloïdes blancs ou gris noirâtre, et elles devinrent de 3 diamètres et elliptiques très allongées, le même jour à 10<sup>h</sup>15<sup>m</sup>.

Le maximum, d'étendue et de dimensions extraordinaires, apparut sur une plaque du 3, à 1<sup>h</sup>25<sup>m</sup>.

Les dimensions, énormes et nouvelles jusqu'ici (de 1875 à 1880), de 10 diamètres solaires ne sont pas la seule chose merveilleuse dans cette photographie. Le Soleil a tout à fait l'apparence d'une comète énorme à queue légèrement recourbée; les dimensions sont 8<sup>mm</sup>,9 de la queue, avec une spirale à peu près circulaire, à trois contours. Elle était d'un blanc vif près du disque

solaire, de  $0^{\text{mm}},9$ , et de plus en plus grisâtre du côté des halos de  $4^{\circ},5$ , mais faible et ouverte d'un côté.

La même plaque porte encore deux images qui ont été prises à des intervalles d'une demi-minute; mais, quoique semblable, la queue n'y atteint que de  $4$  à  $5$  diamètres solaires.

On ne peut que supposer que ces images représentent de grands cyclones, qui se forment et déforment rapidement, et qui se reproduisent sur la plaque sensibilisée dans leur passage rapide devant le disque solaire, dont les rayons sont déviés par le mouvement tourbillonnant et par la vapeur d'eau condensée; ces rayons sont absorbés, de manière que les couches extérieures du cône du cyclone sont plus sombres, à cause de l'accumulation de l'eau condensée ou gelée, et projetée par la force centrifuge, dessinant ainsi des spirales dont la couleur varie du blanc au centre jusqu'au gris noirâtre à la périphérie du cyclone.

Des formes semblables et aussi étonnantes se montrent encore sur une plaque du 6 décembre (*fig. 7 et 8*), mais elles sont un peu moindres (de  $6$  à  $9$  diamètres solaires) et les queues sont plus rectilignes; elles se recourbent, comme celles du 3, à leur partie extrême et arrondie. La courbe qui finit la queue est, comme celle du 3, à peu près parabolique. Les contours spiraliformes près du disque solaire sont d'un blanc vif et deviennent, à l'extérieur, de plus en plus gris sombre.

Fig. 7.

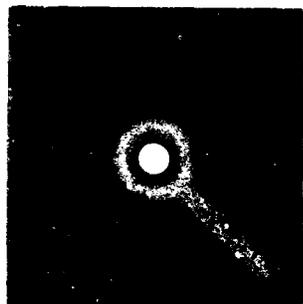
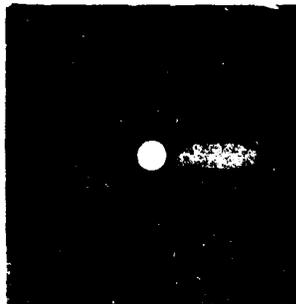
6 décembre 1879. —  $11^{\text{h}}28^{\text{m}}$ .

Fig. 8.

6 décembre 1879. —  $1^{\text{h}}40^{\text{m}}$ .

Le 9, à  $1^{\text{h}}25^{\text{m}}$ , les zones étaient encore formidables, elliptiques, de  $4$  à  $5$  diamètres solaires et blanchâtres. Le 8, à  $2^{\text{h}}40^{\text{m}}$ , elles sont de nouveau énormes, de  $6$  à  $7$  diamètres, en forme de queues de comète, elliptiques, très allongées et légèrement recourbées, grisâtres ou gris sombre, très nettement dessinées.

Le 9, encore énormes, de dix diamètres solaires, mais peu nettes et gris sombre; le 10, très fortes et sombres, avec des halos très forts.

Le 11, à  $12^{\text{h}}30^{\text{m}}$ , les zones d'absorption sont très nettes, très étroites, circulaires

et blanches. Du 12 au 17, le Soleil était entouré de halos très forts, mais les zones d'absorption étaient très faibles ou manquaient tout à fait.

Le baromètre, très haut le 3 à 10<sup>h</sup> du matin (745<sup>mm</sup>,03), descendait rapidement à 726<sup>mm</sup>,47 le 5 et puis remontait à 753<sup>mm</sup>,22 le 7 à 3<sup>h</sup> après midi.

Grand orage à neige commençant le 5 décembre en Bohême, dans l'Autriche entière, en Allemagne et en Suisse; masses énormes de neige en Italie; inondations par la masse de neige à Rome le 4. A Paris, le 8, il tomba des masses énormes de neige; ondées en Hongrie le 7; inondation par la crue de la Theiz et par le Körös en Transylvanie; à Vevey, l'orage a démolé le quai; à Belfour, la tour de l'église est tombée sous la fureur du vent. Grand abaissement de température jusqu'à Palerme, où il tombe de la neige le 9. Orage épouvantable en Angleterre le 6, avec beaucoup de naufrages, et aussi dans la mer Méditerranée. Un grand orage, en Suisse, détruisit une quantité énorme d'arbres. Le grand orage à neige du 9, à Prague, suspendit les communications par chemin de fer.

Les mouvements séismiques furent aussi très forts dans cette période et très étendus. Le 4, tremblement très fort à Genève; le 7, éruption du Vésuve; à Agram, à 10<sup>h</sup>45<sup>m</sup> du soir, plusieurs secousses; le même jour à Saint-Juan, à 11<sup>h</sup> du soir, avec bruit de tonnerre dans la direction sud-ouest. Le 12 à 10<sup>h</sup>25<sup>m</sup> du soir, à Forchheim (Bavière), orage à foudre; en Bohême, à Budweis, avec vifs éclairs. Le même jour, des chasseurs ont observé à Wiesenthal, près de Baden, que leurs cheveux, leur barbe et des arbres étaient rendus lumineux par la décharge de l'électricité atmosphérique; il survint un orage à neige peu de temps après cette observation. On voit bien ainsi la grande étendue des phénomènes électriques pendant une semaine entière en Europe centrale. On a observé un bolide le 10 à Prague, avec queue magnifique, bleuâtre, et le 11 un bolide magnifique à Pollan, en Styrie. La température minima de l'hiver 1879, le 9 à 6<sup>h</sup> du matin, était à Prague — 19°,3C.

#### 29. Période du 17 au 19 décembre.

Le 17 décembre, à 2<sup>h</sup>, les zones d'absorption étaient circulaires et très faibles; le 18, à 10<sup>h</sup>15<sup>m</sup>, plus fortes et d'une forme toute spéciale, coniques, 3 diamètres solaires, blanchâtres et affaiblies par un brouillard très épais; le lendemain, la même forme conique très nettement dessinée, à 12<sup>h</sup>30<sup>m</sup>.

Hausse barométrique énorme le 16 à 10<sup>h</sup> du matin (762<sup>mm</sup>,41), baissant à 757<sup>mm</sup>,40 le 8 à 3<sup>h</sup> après midi, pour remonter le lendemain à 760<sup>mm</sup>,20, et le baromètre reste toujours en hausse jusqu'au 23 à 10<sup>h</sup> du matin, où le maximum devient 765<sup>mm</sup>,99. Abaissement énorme de température le 16 à — 15°,3C. (6<sup>h</sup> du matin); dans la partie montagneuse de la Bohême, le thermomètre descend à — 30°C.

Inondations dans le Vorarlberg par le fleuve Ill, orages prolongés dans la mer Adriatique, grand abaissement de la température à Trieste.

Les secousses très fortes observées à Idria le 27 à 8<sup>h</sup>30<sup>m</sup> et à Temesvar le 19 à 11<sup>h</sup>58<sup>m</sup> semblent de la même provenance. Le Vésuve rentre en action le 17 à la nuit.

### 30. Période du 19 décembre au 1<sup>er</sup> janvier.

Les zones d'absorption étaient faibles le 23 et le 24 décembre, et le ciel resta couvert jusqu'au 30, où les zones furent visibles, quoique faibles et très allongées. Le lendemain, elles devinrent très fortes à 1<sup>h</sup>10<sup>m</sup>, étant très blanches, circulaires, spiraliformes, entourées de halos très sombres; à 1<sup>h</sup>15<sup>m</sup>, encore très fortes, circulaires, blanches, avec des queues allongées en forme de comète; longueur énorme de 10 diamètres solaires. Dans les premiers jours de janvier 1880, les zones étaient très prononcées, circulaires et entourées de halos gris noirâtre très nets.

Le baromètre était à 760<sup>mm</sup>,70 le 28 à 3<sup>h</sup> après midi et descendait rapidement vers 739<sup>mm</sup>,42 le 31; la température, très basse, de - 14°,9 C. le 28, s'élève rapidement à + 1°,6 C. le 31 à 6<sup>h</sup> du matin.

Grand orage à Prague; des hommes blessés dans les rues; de même en Écosse. Débâcle du fleuve Moldau après cinquante-six jours le 1<sup>er</sup> janvier 1880. A Prague, le 1<sup>er</sup> janvier 1880 fut orageux.

On voit de la discussion des photographies, à côté de la marche du baromètre et du thermomètre, de la pluie et des crues d'eau, des mouvements séismiques, des chutes de météorites et des grandes perturbations atmosphériques, électriques et magnétiques, que ces phénomènes se relient les uns aux autres; ils se produisent à peu près à la même date et très souvent sont simultanés sur une grande étendue en Europe, même en Amérique. On ne peut qu'être frappé de la périodicité de 10 à 13 jours où les grandes perturbations se sont répétées pendant l'année 1879. C'est à la même conclusion que m'a conduit la discussion des perturbations telluriques et atmosphériques pendant les années 1840 à 1860 à Prague, 1872 à 1876 à Vienne, 1841 à 1860 à Greenwich, enfin 1857 à 1876 à Windsor en Australie.

Dans deux Mémoires publiés par la Société savante de la Bohême (1878 et 1879), j'ai montré que tous les phénomènes sont en relation intime et dépendent de la même période de douze jours sensiblement, comme le montre le Tableau suivant :

1.	Période moyenne des orages à Prague, de 1840 à 1860.....	12,23
2.	»           »           à Vienne, de 1872 à 1876.....	12,51
3.	»           »           à Greenwich, de 1841 à 1860.....	12,15
4.	»           »           à Windsor, de 1863 à 1876.....	12,61
5.	»           des tornados américains pendant le dernier siècle.....	13,43
6.	»           des typhons de la mer de l'Inde.....	12,78
7.	»           des crues d'eau à Windsor en Australie, de 1857 à 1876.....	13,03
8.	»           des aurores boréales observées par Argelander à Abo.....	12,43
9.	»           de la chute de météorites, depuis 687 avant J.-C. à 1855.....	12,27
10.	»           des périhélics des comètes, depuis 371 avant J.-C. à 1860.....	12,28
11.	»           des mouvements séismiques les plus forts en Italie.....	12,16
12.	»           des zones d'absorption maximum, observées à Prague de 1875 à 1880.....	13,37
	Moyenne générale.....	12,604
	Semi-rotation solaire.....	12,568
	Différence.....	0,036

On ne peut certainement admettre que c'est le hasard qui rapproche les périodes moyennes des diverses perturbations atmosphériques et telluriques si près de la période d'une semi-rotation solaire, et je crois qu'il faut admettre un lien général entre ces phénomènes et le mouvement de rotation du Soleil.

D'abord les périodes de révolution des planètes semblent aussi des fonctions de la même période solaire, car, en comparant celles de Mercure, de Vénus et de la Terre avec la période de 12<sup>h</sup>,568, on trouve ce fait remarquable, qu'elles sont, à une fraction insignifiante près, des multiples de ce nombre :

	Semi-rotations du Soleil à 12 <sup>h</sup> ,568.
L'année de Mercure étant.....	7
L'année de Vénus étant.....	18
L'année de la Terre étant.....	29

De plus, ces nombres font série, dont la raison constante est 11.

M. Newcomb, dans son récent Mémoire, a déterminé, par des recherches approfondies faites sur deux mille ans consécutifs d'observations, que le saros pour la Lune est de 18<sup>ans</sup>,60546.

Un an terrestre contenant vingt-neuf semi-rotations solaires à 12<sup>h</sup>,568, chaque saros fait exactement cinq cent quarante semi-rotations solaires, ou deux cent soixante-dix rotations entières. Cela veut dire que tous les phénomènes de la révolution lunaire se répètent dans le même ordre après l'espace de deux cent soixante-dix rotations solaires, indiquant ainsi le même lien du mouvement de la Lune avec la rotation solaire et faisant du saros un simple multiple de la durée de rotation du Soleil.

On ne peut alors que penser que le Soleil gouverne de la même manière à la fois les mouvements planétaires et les grandes perturbations qui se produisent sur les planètes, c'est-à-dire les mouvements telluriques et les grands mouve-

ments atmosphériques ; cela établit un lien entre des phénomènes qui semblent si différents, comme les phénomènes séismiques, électrodynamiques, les chutes de météorites et les mouvements de comètes d'une part, et d'autre part les orages, les crues des fleuves et les baisses barométriques. On ne peut pas trouver une hypothèse plus simple et plus vraisemblable que celle de placer dans le Soleil, avec sa masse énorme et prédominante et son mouvement propre, l'origine et le terme de tous les changements qui se produisent dans le monde planétaire.

Pour finir, je donne dans la Table suivante les dates des plus grandes dépressions barométriques de l'année 1879, à côté du chiffre correspondant de la période de 12<sup>e</sup>,568 :

	Période.	Jour de baisse.	Baromètre.	Différence.
Janvier.....	1	3	738,7 <sup>mm</sup>	- 1
» .....	13	15	743,0	- 2
» .....	25	23	743,4	- 2
Février.....	7	7	741,3	0
» .....	20	18	720,0	- 2
Mars.....	5	1	740,3	- 1
» .....	17	13	737,7	- 1
» .....	30	3 avril.	727,8	- 1
Avril.....	11	9	728,2	- 2
» .....	24	{ 17 } { 22 } 19,5	{ 726,2 } { 728,3 }	- 1
Mai.....	7	7	735,8	0
» .....	19	18	735,8	- 1
Juin.....	1	29	735,9	- 2
» .....	13	17	732,3	- 1
» .....	26	26	738,2	0
Juillet.....	8	{ 2 } { 8 } 6	{ 736,0 } { 737,0 }	- 2
» .....	21	22	736,3	- 1
Août.....	2	4	740,3	- 2
» .....	15	{ 9 } { 16 } 13	{ 736,8 } { 739,6 }	- 2
» .....	28	27	740,4	- 1
Septembre.....	9	9	737,3	0
» .....	22	22	740,0	0
Octobre.....	4	2	743,4	- 2
» .....	17	{ 18 } { 21 } 20	{ 733,0 } { 734,4 }	- 3
» .....	30	{ 31 } { 2 nov. } 1 nov.	{ 741,8 } { 736,5 }	- 2
Novembre.....	11	{ 12 } { 13 } 12,5	{ 734,8 } { 730,4 }	- 1
» .....	24	24	740,7	0
Décembre.....	6	5	726,5	- 1
» .....	19	19	739,42	- 1
» .....	32	31	739,42	- 1
Moyenne générale.....				$-\frac{17}{28} = -0,6$

B.80 L'HÉLIOPHOTOGRAPHIE APPLIQUÉE A LA PRÉVISION DU TEMPS.

*Jours des essais météoriques.*

Janvier.....	1 au 3	Avril.....	26 au 30	Septembre...	10
».....	15 au 19	Mai.....	18	Octobre.....	1 au 6
Février.....	10 et 16	Juin.....	6	».....	18 au 21
Mars.....	1 au 4	».....	20	Novembre...	12 au 15
».....	16	Juillet.....	17 au 20	».....	28 au 30
Avril.....	4 au 11	».....	29	Décembre....	12 au 15
».....	19 au 21	Août.....	9 au 11	».....	24

Différence moyenne des jours d'orage.....  $\frac{27}{29} = 0^{\text{h}} 52^{\text{m}} 9^{\text{s}}$ .

On voit que les dépressions barométriques suivent la même loi et qu'on peut, par cette loi et par la Photographie, établir d'une manière plus sûre que cela n'était possible jusqu'ici une méthode nouvelle de prévision du temps, car il arrive souvent que la Photographie est d'un à deux jours en avance par les indications de perturbations dans les plus hautes couches atmosphériques et que le baromètre n'en indique rien ou très peu de chose.

Il faudrait donc prendre les images solaires deux fois par jour, à 10<sup>h</sup> ou près de ce temps et à 2<sup>h</sup> de l'après-midi, s'il est possible. On aurait ainsi des indications précieuses pour la connaissance de l'état des couches atmosphériques supérieures, et l'on pourrait prévoir au moins vingt-quatre heures d'avance les changements du temps qui se préparent, à cause des perturbations observées, et avant que le baromètre puisse en indiquer aucune trace.

---

[1] Le baromètre était énormément haut, à 762<sup>mm</sup>, 5, et ne tombe qu'à 757<sup>mm</sup>, 4 le 18.

---

V  
TABLES  
POUR  
CALCULER LES HAUTEURS  
AU MOYEN  
DES OBSERVATIONS BAROMÉTRIQUES,

PAR M. ALFRED ANGOT.

---

I.

La mesure des hauteurs par le baromètre s'obtient à l'aide d'opérations tellement simples et rapides, qu'il n'y a pas de procédé plus commode ni plus expéditif dans les reconnaissances de terrain; c'est, de plus, presque le seul qui soit réellement praticable dans les ascensions aérostatiques. Aussi ne doit-on pas s'étonner si bien des auteurs ont successivement proposé des formules ou des Tables nouvelles, dans le but de perfectionner la méthode ou de rendre les calculs plus faciles et plus courts.

Sans vouloir entrer dans l'étude historique de la question, qui a plusieurs fois été faite assez complètement <sup>(1)</sup>, nous nous bornerons ici à rappeler les types de formules que l'on a le plus généralement suivis. Ces types sont au nombre de trois :

1<sup>o</sup> *Formule de Laplace.* — La formule de Laplace, la première en date, est

---

<sup>(1)</sup> Voir surtout RÜHMANN, *Die barometrischen Höhenmessungen und ihre Bedeutung für die Physik der Atmosphäre.* Leipzig, 1870.

encore aujourd'hui la plus employée; c'est la seule, en particulier, dont on se soit servi jusqu'à ce jour en France. Cette formule est la suivante :

$$Z = A \left( 1 + a \frac{t + t'}{2} \right) (1 + b \cos 2\lambda) \left( 1 + \frac{Z + 15926}{6366200} \right) \log \frac{h'}{h}.$$

$Z$  représente la différence de hauteur entre deux stations où l'on a observé simultanément les hauteurs barométriques réduites à zéro  $h$  (station supérieure) et  $h'$  (station inférieure), les températures de l'air étant respectivement  $t$  et  $t'$ ;  $\lambda$  est la latitude moyenne des deux stations,  $a$  est le coefficient de dilatation des gaz, que l'on remplace d'ordinaire par le nombre plus simple 0,004,  $b$  le coefficient de variation de la pesanteur avec la latitude, dont la valeur oscille, suivant les auteurs, entre 0,002594 et 0,002837. Enfin  $A$  est une hauteur en mètres, que l'on connaît d'ordinaire sous le nom de *constante barométrique*, et dont la valeur théorique est

$$A = \frac{D \times 0^m,760}{d \times m},$$

$D$  étant la densité du mercure,  $d$  le poids de 1<sup>lit</sup> d'air à 0° sous la pression de 760<sup>mm</sup> de mercure, à la latitude 45° et au niveau de la mer, et  $m$  le module des logarithmes vulgaires.

En remplaçant  $D$  et  $d$  par les nombres de Regnault, on trouve  $A = 18404^m,9$ . Mais on prend souvent pour  $A$  une valeur déterminée empiriquement d'après la comparaison de nivellements géodésiques et barométriques, 18336<sup>m</sup>, 18393<sup>m</sup>, etc., suivant les auteurs.

Parmi les très nombreuses Tables qui ont été calculées avec cette formule plus ou moins modifiée, il nous suffira de citer celles de Ramond, celles d'Oltmans, que reproduit chaque année l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, avec des modifications introduites par Mathieu, les Tables beaucoup plus étendues de Delcros, celles de Guyot, de Loomis, de Dippe, de Baily, de Rühlmann, de Radau, de Jordan, etc. Les plus étendues sont celles de Rühlmann; l'auteur y a ajouté un terme de correction pour tenir compte de l'humidité de l'atmosphère.

*2° Formule de Bessel.* — La formule de Bessel se présente sous une apparence un peu plus compliquée que celle de Laplace. Désignons par

- $z$  l'altitude de la station supérieure,
- $z'$  l'altitude de la station inférieure,
- $h$  la hauteur du baromètre (réduite à 0°) observée à la station supérieure,
- $h'$  la hauteur du baromètre (réduite à 0°) observée à la station inférieure,
- $t$  la moyenne des températures de l'air observées en haut et en bas,
- $e$  l'humidité relative moyenne,
- $\alpha$  le coefficient de dilatation des gaz,

$r$  le rayon de la Terre,

$\lambda$  la latitude moyenne,

A la constante barométrique (la même que dans la formule de Laplace).

Si, comme l'a fait M. Plantamour, on introduit dans la formule les coefficients numériques qui résultent des dernières déterminations des physiciens, et si l'on pose, pour simplifier,

$$l = \frac{rz}{r+z}, \quad l' = \frac{rz'}{r+z'},$$

$$V = \frac{398,25 \Lambda (1+zt)}{397,25 - zt},$$

$$W = \frac{0,69614}{397,25 - zt} 10^{0,0301975t - 0,000080170t^2},$$

la formule de Bessel, en négligeant les termes très petits, prend la forme

$$l - l' = \frac{V}{\left(1 - \frac{Wc}{\sqrt{hh'}}\right) (1 - 0,0026257 \cos 2\lambda)} \log \frac{h'}{h}.$$

Des Tables auxiliaires donnent  $V$  et  $W$  en fonction de  $t$ . Un calcul logarithmique permettra donc d'obtenir la différence  $l - l'$ . Or on a

$$l - l' = \frac{rz}{r+z} - \frac{rz'}{r+z'} = z - z' - \frac{z^2}{r} + \frac{z'^2}{r},$$

en négligeant les termes qui contiennent  $\frac{z}{r}$  et  $\frac{z'}{r}$  à des puissances supérieures à l'unité. Une troisième Table auxiliaire donne les valeurs de  $\frac{z^2}{r}$  et de  $\frac{z'^2}{r}$ , pour lesquelles on n'a besoin de connaître  $z$  que très grossièrement. On obtient donc ainsi la différence de niveau cherchée  $z - z'$  au moyen de  $l - l'$ .

M. Plantamour a publié <sup>(1)</sup> toutes les Tables nécessaires à ces calculs et montré que la formule conduit à des résultats très satisfaisants.

3° *Formule de Babinet et de Saint-Robert.* — La formule de Babinet s'obtient simplement en supposant que, dans toute la colonne comprise entre les altitudes  $z$  et  $z'$ , l'air a une pression et une température constantes et égales à la moyenne des pressions et des températures aux deux stations. On a alors

$$z - z' = 15986^m,9 \left(1 + z \frac{t + t'}{2}\right) \frac{h' - h}{h + h'},$$

$h'$  et  $h$  étant les hauteurs barométriques réduites à zéro, et  $t'$  et  $t$  les températures de l'air observées dans les deux stations.

(1) *Mémoires de la Société de Physique de Genève*, t. XIII, p. 63.



*Hauteur calculée du Saint-Bernard au-dessus de Genève.*

	4 <sup>h</sup> m.	8 <sup>h</sup> m.	midi.	4 <sup>h</sup> s.	8 <sup>h</sup> s.	Minuit.
Juin.....	2054,9 <sup>m</sup>	2081,7 <sup>m</sup>	2098,7 <sup>m</sup>	2091,5 <sup>m</sup>	2070,7 <sup>m</sup>	2054,7 <sup>m</sup>
Décembre.....	2043,6	2046,5	2060,9	2055,9	2046,6	2046,5

L'amplitude de la variation diurne atteint 17<sup>m</sup> en décembre et dépasse 47<sup>m</sup> en juin. Toutes les formules proposées jusqu'à ce jour conduisent à des résultats analogues comme sens et comme grandeur.

L'explication qui a été proposée par M. Plantamour et adoptée ensuite généralement est la suivante : dans toutes les formules, on prend, comme température moyenne de la couche d'air comprise entre les deux stations, la moyenne arithmétique des températures observées en haut et en bas; il suffit d'admettre qu'il n'en soit pas ainsi dans la réalité, ce qui paraît bien probable du reste, pour rendre compte des écarts.

M. Plantamour a même été plus loin : si l'on connaît les hauteurs du baromètre aux deux stations et la différence d'altitude, on peut tirer de la formule barométrique la valeur qu'il faudrait assigner à la température moyenne de la couche d'air pour que la hauteur calculée fût identique à la hauteur vraie. En comparant ce nombre à la moyenne arithmétique des températures de l'air aux deux stations, M. Plantamour a trouvé qu'il était tantôt plus fort, tantôt plus faible; la correction qu'il faudrait ainsi faire subir à la moyenne arithmétique varie de - 4°, 4 à midi, en juin et juillet, à + 2°, 9 entre 4<sup>h</sup> et 6<sup>h</sup> du matin, en décembre.

De telles corrections sur des moyennes résultant de dix années d'observation paraîtront probablement bien fortes, de sorte que, tout en admettant que la cause invoquée par M. Plantamour tienne une grande place dans le phénomène, elle ne doit pas être suffisante pour tout expliquer, et il faut chercher encore d'autres raisons.

On pourrait peut-être invoquer les conditions spéciales dans lesquelles se trouvent les stations que l'on étudie. En effet, on a presque toujours été contraint jusqu'à ce jour, faute d'autres observations suivies faites sur des montagnes, de prendre le grand Saint-Bernard comme station supérieure dans les calculs de vérification des formules barométriques. Or cette station présente, pour le résultat qu'on se propose, de graves inconvénients qu'il convient d'analyser.

Le couvent du grand Saint-Bernard est situé dans un col dominé de tous côtés et formant un long couloir qui est dirigé du Nord-Est au Sud-Ouest. Quel que soit le sens de la circulation générale de l'atmosphère, le vent ne peut donc y souffler que de l'une ou l'autre de ces deux directions. C'est ainsi que, dans tout le cours des observations de 1879, par exemple, le relevé des vents se réduit aux termes suivants :

Nord-Est.....	2919
Sud-Ouest.....	1637
Calmes.....	41

On voit qu'il est impossible de considérer l'air comme étant, au grand Saint-Bernard, dans des conditions normales et comparables avec celles des stations inférieures, Genève par exemple.

De plus, les stations que l'on associe au Saint-Bernard pour le calcul des hauteurs en sont à de très grandes distances. Genève se trouve à plus de 80<sup>km</sup> en ligne droite, et les deux observatoires sont séparés par un massif montagneux énorme, la double chaîne du Buet et du mont Blanc. La pression barométrique réduite au niveau de la mer ne peut donc vraisemblablement être considérée comme étant la même en ces deux stations, ce qui est la condition première pour que le calcul des hauteurs par le baromètre donne des résultats exacts.

D'autre part, la région qui comprend le grand Saint-Bernard et Genève possède un régime relativement très régulier et est à peu près en dehors des grands mouvements atmosphériques qui se font sentir dans le reste de l'Europe. La plupart des bourrasques passent, en effet, bien au nord ou au sud de la Suisse, et, quand par hasard une d'entre elles aborde ce pays, elle n'y parvient que très affaiblie. On se rapproche donc beaucoup plus en ce pays que partout ailleurs des conditions théoriques de l'équilibre statique dans les couches de l'atmosphère.

On voit donc :

1<sup>o</sup> Que les calculs de hauteur basés sur les observations de Genève et du grand Saint-Bernard ne doivent pas être suffisants pour bien juger de la valeur d'une formule barométrique; il convient de répéter les mêmes calculs pour des stations plus exposées à l'influence des grandes perturbations de l'atmosphère;

2<sup>o</sup> Que la situation défavorable du grand Saint-Bernard peut donner des caractères spéciaux et tout à fait exceptionnels à la variation diurne ou annuelle de la hauteur calculée.

Quoi qu'il en soit de cette dernière cause, et que l'on attribue la variation diurne et annuelle signalée plus haut à une incertitude sur la température moyenne, à la situation du grand Saint-Bernard ou à la nature de la formule elle-même, il me semble que la variation diurne ou annuelle de la hauteur calculée par les observations barométriques devrait être précisément inverse de celle qui a été signalée par M. Plantamour, et que nous avons rappelée plus haut.

A mesure que l'air s'échauffe, il se dilate, de sorte qu'une partie de la colonne d'air qui était précédemment comprise entre les deux stations passe au-dessus de la station supérieure. Il y a donc une moins grande quantité d'air entre les deux stations le jour que la nuit et l'été que l'hiver. M. Plantamour a constaté, en effet, que la différence des deux baromètres de Genève et du Saint-Bernard

était plus grande la nuit que le jour. A l'inverse de ce que donne la formule ordinaire de Laplace ou celle de Bessel, on devrait donc trouver dans le calcul des hauteurs par le baromètre une variation annuelle avec maximum en hiver et minimum en été, et une variation diurne avec maximum la nuit et minimum le jour. J'ai cherché un moyen de calculer les hauteurs qui satisfasse à ces conditions, et, pour les raisons énoncées plus haut, j'ai comparé les résultats donnés par la nouvelle formule avec ceux des nivellements directs, non pas seulement pour Genève et le grand Saint-Bernard, mais aussi pour des stations situées dans des conditions moins exceptionnelles.

III.

Après plusieurs tentatives, la formule qui m'a paru donner les meilleurs résultats est la formule de Laplace, en conduisant toutefois les calculs d'une manière un peu différente de celle que l'on suit d'ordinaire.

Si l'on appelle

Z la différence de niveau des deux stations,

m le module des logarithmes vulgaires,

h la hauteur du baromètre (réduite à zéro) à la station supérieure,

h' la hauteur du baromètre (réduite à zéro) à la station inférieure,

θ la température moyenne de l'air entre les deux stations,

f la force élastique moyenne de la vapeur d'eau,

λ la latitude moyenne,

D la densité du mercure à 0°,

α le poids du litre d'air sec à 0° sous la pression de 760<sup>mm</sup> de mercure, au niveau de la mer et à la latitude 45°,

la théorie de Laplace donne

$$z = \frac{0^m,760 \times D}{m\alpha \left(1 - 0,378 \frac{f}{760}\right)} \times \left(1 + \frac{\theta}{273}\right) (1 + 0,00260 \cos 2\lambda) \left(1 + \frac{z + 15926}{6366200}\right) \log \frac{h'}{h}.$$

D'après Regnault, le rapport  $\frac{D}{\alpha}$  est égal à 10 517,3; de plus, le terme  $\frac{1}{1 - 0,378 \frac{f}{760}}$

peut être remplacé, sans erreur appréciable, par  $1 + 0,378 \frac{f}{760}$  ou 1,000 497 4/f.

La formule devient alors

$$z = 18404^m,9 \left(1 + \frac{\theta}{273}\right) (1 + 0,0004974 \frac{f}{760}) (1 + 0,00260 \cos 2\lambda) \left(1 + \frac{z + 15926}{6366200}\right) \log \frac{h'}{h}.$$

Au lieu de calculer directement la différence de hauteur des deux stations, la méthode que je propose consiste à évaluer séparément l'altitude des deux points au-dessus d'un plan quelconque, celui par exemple où la pression serait de 760<sup>mm</sup> au moment de l'observation. Il suffit ensuite de retrancher l'un de l'autre les deux nombres ainsi obtenus pour avoir la différence de hauteur cherchée.

Le calcul est conduit alors de la manière suivante. Avec la pression barométrique  $h$  (réduite à zéro) observée dans l'une des stations, on calcule d'abord la hauteur  $z_1$  de cette station au-dessus du plan où la pression est égale à 760<sup>mm</sup>, en négligeant pour le moment toutes les corrections. On a ainsi

$$z_1 = 18404^m,9 \log \frac{760}{h}.$$

Soit maintenant  $t$  la température de l'air extérieur, à la station où la hauteur du baromètre est  $h$ , et admettons que la température décroisse régulièrement dans l'atmosphère à raison de 1° pour 180<sup>m</sup>. La température à la station où la pression est 760<sup>mm</sup>, à  $z_1$  mètres en dessous, serait  $t + \frac{z_1}{180}$ , de sorte que la température moyenne théorique  $\theta$  de la couche d'air est connue rigoureusement et égale à

$$\theta = \frac{1}{2} \left( t + t + \frac{z_1}{180} \right) = t + \frac{z_1}{360}.$$

On peut donc maintenant obtenir aisément une nouvelle hauteur  $z_2$  plus approchée que  $z_1$  :

$$z_2 = z_1 \left( 1 + \frac{\theta}{273} \right).$$

Comme le terme relatif à l'humidité est toujours très petit, on peut négliger la décroissance de l'humidité avec l'altitude et supposer que dans toute la couche d'air la tension de la vapeur est la même qu'à la station considérée; on aura donc

$$z_3 = z_2 (1 + 0,0004971f).$$

Enfin, comme les termes qui dépendent de l'altitude et de la latitude sont très petits, on peut remplacer

$$(1 + 0,00260 \cos 2\lambda) \left( 1 + \frac{z + 15926}{6366200} \right)$$

par

$$1 + 0,00260 \cos 2\lambda + \frac{z + 15926}{6366200},$$

de sorte que l'on aura l'altitude finale  $Z_1$ , par l'équation

$$Z_1 = z_3 \left( 1 + 0,00260 \cos 2\lambda + \frac{15926 + z_3}{6366200} \right).$$

Ce nombre représentera l'altitude de la première station au-dessus du plan où la pression est  $760^{\text{mm}}$ . En opérant de même pour la seconde station, on trouvera un nombre  $Z_2$ , et la différence de hauteur entre les deux stations sera  $Z_1 - Z_2$ .

Des Tables qui suivent ce travail, et dont nous indiquons plus loin l'usage, permettent de faire toutes ces opérations très rapidement et sans qu'on ait besoin de recourir aux logarithmes.

On remarquera que dans ce qui précède on ne fait usage d'aucun coefficient empirique. La constante barométrique,  $18404^{\text{m}},9$ , est celle que l'on calcule directement en introduisant dans la formule théorique les résultats des expériences de Regnault sur le rapport des poids de l'air et du mercure. Pour la dilatation de l'air on a pris le coefficient de Regnault,  $\frac{1}{273}$ . Enfin la décroissance moyenne de  $1^{\circ}$  pour  $180^{\text{m}}$  résulte de nombreuses observations, effectuées dans les meilleures conditions, entre des stations terrestres d'altitudes très variées et non dans les ascensions aérostatiques, ce qui correspondrait à des conditions toutes différentes.

La loi de la décroissance de la température avec l'altitude varie, comme on le sait, avec la saison et les pays. Il m'a semblé suffisant d'admettre une décroissance constante de  $1^{\circ}$  pour  $180^{\text{m}}$ , ce qui est en effet la valeur moyenne pour nos pays; c'est avec ce nombre qu'ont été faits tous les calculs qui suivent. Mais on pourrait, sans rien changer d'essentiel dans la méthode, supposer toute autre loi; les Tables restent les mêmes, sauf la Table II, que l'on remplacera, sans aucune difficulté, par une Table analogue, conforme à l'hypothèse qui paraîtra préférable dans chaque cas.

#### IV.

Pour étudier la formule barométrique nouvelle et la comparer avec celles qui ont été en usage jusqu'ici, il faut calculer par son moyen, pour les différentes heures du jour et les différents mois, la hauteur de lieux où des observations soient exécutées d'une manière régulière et suivie. Les couples de stations qui ont été choisis dans ce qui suit sont d'une part Genève ( $408^{\text{m}}$ ) et le grand Saint-Bernard ( $2478^{\text{m}}$ ), de l'autre les deux stations de l'Observatoire du Puy-de-Dôme ( $1467^{\text{m}}$  et  $388^{\text{m}}$ ). Genève et le Saint-Bernard présentent, comme nous l'avons vu, de nombreux inconvénients, et l'on peut s'attendre à trouver dans les hauteurs calculées une marche diurne et une marche annuelle un peu anormales et irrégulières. Mais, d'autre part, la grande uniformité de régime de cette région fait sentir également son influence dans le calcul des hauteurs, et les nombres trouvés à différentes époques doivent moins s'écarter de la moyenne que dans la plupart des contrées d'Europe.

Au contraire, les deux stations du Puy-de-Dôme sont dans des conditions

excellentes pour permettre d'étudier les variations diurne et annuelle; mais les perturbations atmosphériques y sont plus fortes et plus nombreuses. On doit donc y trouver de plus grands écarts entre les différents mois que pour les premières stations.

Les données qui ont été employées pour Genève et le grand Saint-Bernard sont les moyennes mensuelles des cinq dernières années, déduites d'observations faites de deux en deux heures, jour et nuit, aux deux stations. Les différences d'altitude, calculées pour chaque mois comme il a été dit plus haut, sont reproduites dans le Tableau suivant :

*Différence calculée (grand Saint-Bernard-Genève).*

	1875.	1876.	1877.	1878.	1879.	Moyenne des cinq années.
Janvier.....	2066,6 <sup>m</sup>	2072,4 <sup>m</sup>	2049,5 <sup>m</sup>	2075,1 <sup>m</sup>	2061,4 <sup>m</sup>	2065,0 <sup>m</sup>
Février.....	2075,8	2068,7	2066,3	2077,1	2057,9	2069,2
Mars.....	2071,7	2061,2	2065,2	2068,7	2062,4	2065,8
Avril.....	2067,3	2063,0	2058,1	2066,5	2060,6	2063,1
Mai.....	2067,6	2076,1	2064,9	2058,0	2068,4	2067,0
Juin.....	2066,8	2064,0	2059,7	2063,7	2058,6	2062,5
Juillet.....	2072,5	2066,4	2067,0	2067,9	2067,6	2068,3
Août.....	2070,5	2065,4	2067,0	2066,6	2071,9	2068,3
Septembre.....	2064,4	2067,2	2068,7	2073,8	2061,9	2067,2
Octobre.....	2072,0	2059,5	2071,8	2056,5	2078,7	2067,7
Novembre.....	2071,8	2057,1	2069,4	2045,5	2071,3	2063,0
Décembre.....	2083,7	2052,9	2072,2	2053,9	2073,8	2067,3
Année.....	2070,9	2064,5	2065,0	2064,4	2066,2	2066,2

Formons maintenant le Tableau des écarts de chacun de ces nombres à leur moyenne générale 2066<sup>m</sup>,2 :

*Écart à la moyenne des hauteurs mensuelles.*

	1875.	1876.	1877.	1878.	1879.	Moyenne de cinq années.
Janvier.....	+ 0,4 <sup>m</sup>	+ 6,4 <sup>m</sup>	- 16,7 <sup>m</sup>	+ 8,9 <sup>m</sup>	- 4,8 <sup>m</sup>	- 1,2 <sup>m</sup>
Février.....	+ 9,6	+ 2,5	+ 0,1	+ 10,9	- 8,3	+ 3,0
Mars.....	+ 5,5	- 5,0	- 1,0	+ 2,5	- 3,8	- 0,4
Avril.....	+ 1,1	- 3,2	- 8,1	+ 0,3	- 5,6	- 3,1
Mai.....	+ 1,4	+ 9,9	- 1,3	- 8,2	+ 2,2	+ 0,8
Juin.....	+ 0,6	- 2,2	- 6,5	- 2,5	- 7,6	- 3,7
Juillet.....	+ 6,3	+ 0,2	+ 0,8	+ 1,7	+ 1,4	+ 2,1
Août.....	+ 4,3	- 0,8	+ 0,8	+ 0,4	+ 5,7	+ 2,1
Septembre.....	+ 1,8	+ 1,0	+ 2,5	+ 7,6	- 4,3	+ 1,0
Octobre.....	+ 5,8	- 6,7	+ 5,6	0,7	+ 12,5	+ 1,5
Novembre.....	+ 5,6	- 9,1	+ 3,2	- 20,7	+ 5,1	- 3,2
Décembre.....	+ 17,5	- 13,3	+ 6,0	- 12,3	- 7,6	+ 1,1
Moyenne.....	+ 4,7	- 1,7	- 1,2	- 1,8	0,0	"

La moyenne des écarts de tous les mois, abstraction faite des signes, est  $\pm 5^m,5$ . Les écarts extrêmes sont seulement de  $-20^m,7$  (novembre 1878) et  $+17^m,5$  (décembre 1875). L'écart moyen d'une année entière n'est plus que de  $\pm 1^m,9$ .

Quant à la valeur absolue de la hauteur, elle est, d'après le nivellement direct, de  $2070^m$ . Il n'y a donc, entre le calcul et la réalité, qu'une différence de  $4^m$ . On ne peut pas, du reste, comme nous l'avons expliqué déjà, espérer trouver exactement par le calcul la hauteur vraie, tant à cause des conditions particulières du grand Saint-Bernard que de la grande distance qui sépare les deux stations.

La marche annuelle, représentée par les nombres de la dernière colonne, ne montre aucune loi bien nette, ce qui est d'accord avec les prévisions et dispense de rechercher les lois de la variation diurne.

Les résultats précédents ne peuvent manquer de paraître très satisfaisants, qu'on les considère en eux-mêmes ou par rapport à ceux que donnent les autres formules. Nous pouvons prendre comme terme de comparaison les Tables de M. Plantamour, construites d'après la formule de Bessel, et qui comptent parmi les meilleures. Comme les calculs sont assez longs avec ces Tables, il suffira de comparer les nombres donnés par les deux formules pour la moyenne des cinq années. Voici le Tableau qui résume cette comparaison :

	Tables de M. Plantamour.		Tables nouvelles.	
	Hauteur calculée.	Écart à la moyenne.	Hauteur calculée.	Écart à la moyenne.
Janvier.....	2056,1 <sup>m</sup>	-11,6 <sup>m</sup>	2065,0 <sup>m</sup>	-1,2 <sup>m</sup>
Février.....	2067,4	-0,3	2069,2	+3,0
Mars.....	2070,3	+2,6	2065,8	+0,4
Avril.....	2069,4	+1,7	2063,1	-3,1
Mai.....	2074,6	+6,9	2067,0	+0,8
Juin.....	2072,8	+5,1	2062,5	-3,7
Juillet.....	2077,1	+9,4	2068,3	+2,1
Août.....	2072,7	+5,0	2068,3	+2,1
Septembre.....	2071,7	+4,0	2067,2	+1,0
Octobre.....	2062,6	-5,1	2067,7	+1,5
Novembre.....	2060,8	-6,9	2063,0	-3,2
Décembre.....	2056,5	-11,2	2067,3	+1,1
Année.....	2067,7	+5,8	2066,2	+1,9

On voit que la formule de M. Plantamour donne une variation annuelle très marquée, et précisément en sens inverse de celle que nous croyons rationnelle; de plus, l'erreur moyenne d'un mois est  $\pm 5^m,8$ . Avec les Tables nouvelles, il n'y a pas de variation annuelle bien nette, et l'erreur moyenne d'un mois n'est plus que de  $\pm 1^m,9$ , c'est-à-dire précisément le tiers de ce que donnent les Tables de M. Plantamour.

Quant aux hauteurs mêmes, elles sont presque identiques avec les deux formules  $2067^{\text{m}},7$  et  $2066^{\text{m}},2$  ; mais il est impossible de juger les formules d'après les hauteurs absolues, puisqu'on sait d'avance que le résultat ne peut pas être exact, et qu'il semble difficile de prévoir la grandeur et même le sens de l'erreur qu'introduisent la mauvaise situation du Saint-Bernard et sa grande distance de Genève.

La discussion des résultats du Puy-de-Dôme offre peut-être plus d'intérêt. La distance des deux stations à vol d'oiseau n'est que de  $9^{\text{km}}$ . La différence de niveau,  $1079^{\text{m}}$ , est bien suffisante, quoique plus faible que celle qui sépare Genève et le Saint-Bernard. A ce point de vue, le pic du Midi ( $2366^{\text{m}}$ ) aurait été préférable ; malheureusement il n'existe pas encore à la base de station dont les observations puissent être associées à celles du sommet.

On possède pour le Puy-de-Dôme deux années complètes d'observations, 1878 et 1879, faites six fois par jour, toutes les trois heures, à partir de  $6^{\text{h}}$  du matin. J'ai calculé les hauteurs au moyen des moyennes mensuelles de chacune des six observations trihoraires. Les moyennes des mois eux-mêmes ont été déduites aisément par des interpolations graphiques, pour tenir compte des observations qui manquent à minuit et à  $3^{\text{h}}$  du matin. Dans le Tableau qui suit, les nombres relatifs à ces deux heures sont mis entre parenthèses, pour rappeler qu'ils reposent sur des interpolations. Tous les autres sont calculés au moyen des observations elles-mêmes.

*Tableau des hauteurs calculées (Puy-de-Dôme-Clermont-Ferrand, 1000<sup>m</sup> +)*

	3 <sup>h</sup> M.	6 <sup>h</sup> M.	9 <sup>h</sup> M.	Midi.	3 <sup>h</sup> S.	6 <sup>h</sup> S.	9 <sup>h</sup> S.	Minuit.	Mois.
<b>1878.</b>									
Janvier . . . . .	<sup>m</sup> (97,0)	<sup>m</sup> 95,2	<sup>m</sup> 95,8	<sup>m</sup> 92,5	<sup>m</sup> 87,3	<sup>m</sup> 89,6	<sup>m</sup> 94,7	<sup>m</sup> (96,8)	<sup>m</sup> 93,6
Février . . . . .	(92,1)	91,2	88,4	81,6	80,5	82,7	88,2	(91,2)	87,0
Mars . . . . .	(85,1)	86,5	92,7	89,2	81,8	81,2	83,1	(84,9)	85,6
Avril . . . . .	(80,2)	81,1	80,9	74,4	73,4	72,0	75,7	(78,2)	77,0
Mai . . . . .	(82,2)	79,7	76,7	78,5	76,7	71,5	79,4	(82,8)	78,4
Juin . . . . .	(87,6)	86,5	84,1	83,4	81,8	75,8	82,4	(86,0)	83,4
Juillet . . . . .	(80,5)	79,2	83,4	85,0	78,0	76,8	80,4	(82,0)	80,7
Août . . . . .	(84,9)	81,4	72,1	78,2	71,0	72,2	80,0	(84,0)	78,0
Septembre . . . . .	(94,0)	90,8	84,0	80,7	79,7	84,4	91,4	(94,5)	87,4
Octobre . . . . .	(83,9)	81,5	76,6	73,4	72,3	79,6	78,8	(81,9)	78,5
Novembre . . . . .	(71,2)	68,9	66,4	64,9	63,6	65,9	69,6	(71,5)	67,7
Décembre . . . . .	(78,0)	75,0	68,7	69,0	66,0	62,9	68,0	(75,1)	70,3
Année . . . . .	(84,7)	83,1	80,8	79,2	76,0	76,2	81,0	(84,1)	80,6
<b>1879.</b>									
Janvier . . . . .	(84,0)	82,9	75,6	77,9	73,0	78,4	81,9	(83,8)	79,7
Février . . . . .	(86,2)	86,2	82,8	83,3	79,6	84,5	90,2	(91,0)	86,7
Mars . . . . .	(90,2)	88,5	79,6	78,6	73,4	78,2	83,5	(87,8)	82,5

	3 <sup>h</sup> M.	6 <sup>h</sup> M.	9 <sup>h</sup> M.	Midi.	3 <sup>h</sup> S.	6 <sup>h</sup> S.	9 <sup>h</sup> S.	Minuit.	Mois.
1879.									
Avril.....	(90,0)	86,0	79,6	71,1	72,0	74,8	84,1	(89,3)	80,9
Mai.....	(79,6)	76,3	72,2	70,5	68,4	71,9	77,0	(79,4)	74,4
Juin.....	(80,4)	77,5	71,4	69,4	65,8	70,0	75,6	(79,2)	73,7
Juillet.....	(75,0)	75,8	72,1	68,4	67,8	70,3	69,9	(73,0)	71,5
Août.....	(77,0)	75,1	69,5	65,0	62,4	66,4	72,8	(75,8)	70,5
Septembre.....	(91,2)	91,3	83,1	80,6	76,0	81,3	86,9	(90,2)	85,0
Octobre.....	(92,0)	93,5	90,3	88,5	87,4	90,0	84,8	(88,2)	89,3
Novembre.....	(92,6)	90,2	90,6	90,1	89,2	89,7	92,3	(93,0)	91,0
Décembre.....	(109,0)	109,3	103,6	97,1	98,5	101,6	104,2	(105,1)	103,5
Année.....	(87,3)	86,1	80,9	78,4	76,1	79,8	83,8	(86,3)	82,4

Le nivellement direct a donné une différence de hauteur de 1079<sup>m</sup> entre les deux stations du Puy-de-Dôme; on déduit des observations barométriques les nombres de 1080<sup>m</sup>,6 pour 1878 et 1082<sup>m</sup>,4 pour 1879. Cette dernière valeur est trop élevée de 2<sup>m</sup> environ, par suite des caractères exceptionnels qui ont marqué le mois de décembre 1879, et sur lesquels nous reviendrons plus loin. On voit donc que la nouvelle formule barométrique donne en moyenne, pour le Puy-de-Dôme, une hauteur qui dépasse de 1<sup>m</sup> seulement la hauteur vraie. Encore est-il facile de se rendre compte de cette différence. A la station inférieure, l'installation des thermomètres est excellente; ils sont placés sous l'abri réglementaire, dans un grand verger dont le sol est complètement recouvert de gazon: les températures observées doivent donc s'écarter fort peu de la réalité. Il n'en est pas tout à fait de même au sommet: les thermomètres sont disposés dans un édicule appliqué sur la face nord du bâtiment et garni entièrement de toile métallique assez serrée pour empêcher la neige et le givre de parvenir jusqu'aux instruments. La variation diurne de température est donc un peu diminuée d'amplitude, en même temps que la température moyenne est relevée. En évaluant à 0°,3 l'excès causé par cette disposition, on ne doit pas être très éloigné de la vérité; or, pour une hauteur de 1080<sup>m</sup> environ, une différence de température de 0°,3 donne une correction de température trop forte de 1<sup>m</sup>,2. C'est précisément l'excès de la hauteur calculée sur la hauteur vraie. On peut donc admettre que la formule donne des résultats absolument exacts; l'erreur relative n'atteint pas certainement pour le Puy-de-Dôme  $\frac{1}{2000}$ , résultat d'autant plus remarquable que tous les coefficients qui entrent dans le calcul ont été déterminés *a priori* par des expériences de laboratoire.

Comme pour le Saint-Bernard, la formule nouvelle a été comparée avec celle de M. Plantamour. Le résultat de la comparaison est exprimé dans le Tableau suivant :

*Comparaison des deux formules barométriques*

	Formule de M. Plantamour.				Formule nouvelle.			
	Hauteur calculée.		Écart à la moy.		Hauteur calculée.		Écart à la moy.	
	1878.	1879.	1878.	1879.	1878.	1879.	1878.	1879.
Janvier.....	1088,9 <sup>m</sup>	1075,5 <sup>m</sup>	+ 4,1 <sup>m</sup>	- 9,3 <sup>m</sup>	1093,6 <sup>m</sup>	1079,7 <sup>m</sup>	+12,1 <sup>m</sup>	- 1,8 <sup>m</sup>
Février.....	1082,2	1093,4	- 2,6	+ 8,6	1087,0	1086,7	+ 5,5	+ 5,2
Mars.....	1091,4	1089,3	+ 6,6	+ 4,5	1085,6	1082,5	+ 4,1	+ 1,0
Avril.....	1086,9	1090,0	+ 2,1	- 5,2	1077,0	1080,9	- 4,5	- 0,6
Mai.....	1090,8	1084,0	+ 6,0	- 0,8	1078,4	1074,4	- 3,1	- 7,4
Juin.....	1092,3	1078,3	+ 7,5	- 6,5	1083,4	1073,7	+ 1,9	- 7,8
Juillet.....	1091,4	1084,9	+ 6,3	+ 0,1	1080,7	1071,5	- 0,8	-10,0
Août.....	1087,4	1078,2	+ 2,6	- 6,6	1078,0	1070,5	- 3,5	-11,0
Septembre.....	1087,1	1089,0	+ 2,3	+ 1,2	1087,4	1085,0	+ 5,9	+ 3,5
Octobre.....	1080,8	1091,1	- 4,0	+ 6,3	1078,5	1089,3	- 3,0	+ 7,8
Novembre.....	1071,4	1088,8	-13,7	+ 4,0	1067,7	1091,0	-13,8	+ 9,5
Décembre.....	1069,2	1076,6	-15,6	- 8,2	1070,3	1103,5	-11,2	+22,0
Année.....	1084,9	1084,6	± 6,1	± 5,4	1080,6	1082,4	± 5,8	± 7,3
	1084,8		± 5,7		1081,5		± 6,5	

Nous avons déjà vu que la formule nouvelle donne en moyenne une hauteur que l'on peut considérer comme identique à la hauteur vraie. Pour des raisons qu'il ne paraît pas facile d'expliquer, la formule de M. Plantamour donne un résultat notablement plus grand : la différence dépasse 3<sup>m</sup>. La formule que je propose semble donc mieux d'accord avec les lois réelles de l'équilibre moyen de l'atmosphère.

L'écart de chaque mois sur la moyenne générale est sensiblement le même pour les deux formules et deviendrait probablement tout à fait identique si l'on disposait d'un nombre d'années plus grand. En effet, en employant la formule que je propose, l'écart moyen est notablement accru, en 1879, par l'introduction du mois de décembre, qui a été tout à fait exceptionnel. Si l'on ne tenait compte que de vingt-trois mois, en excluant décembre 1879, on trouverait un écart moyen de ± 5<sup>m</sup>,6 avec la formule de M. Plantamour et de ± 5<sup>m</sup>,9 avec la mienne.

Quant à l'écart considérable que présente le mois de décembre 1879, il est facile de l'expliquer et d'y trouver même une preuve de la fidélité avec laquelle la nouvelle méthode de calculer les hauteurs suit toutes les conditions physiques du problème. Dans le mois de décembre 1879 en effet, il y a eu inversion complète de température entre le sommet du Puy-de-Dôme (température moyenne, - 3°,9) et la base de la montagne (température moyenne, - 7°,0).

Tandis que le sommet se trouvait dans des conditions qui n'offraient rien d'extraordinaire, une couche presque stagnante d'air très froid couvrait en dessous toute la France, et la pression moyenne à Clermont-Ferrand s'élevait

bien au-dessus de la valeur ordinaire pour le mois de décembre. Il y avait donc entre les deux stations une quantité d'air beaucoup plus grande qu'en temps normal, et l'on devait *a priori* trouver pour le sommet une hauteur calculée bien supérieure à la hauteur vraie. Le mode de calcul des hauteurs tient parfaitement compte, du reste, de l'inversion des températures entre les deux stations. La correction de température se trouve, en effet, beaucoup plus grande que d'ordinaire pour le sommet et beaucoup plus petite pour la base, ce qui rend compte en partie de l'accroissement signalé dans la hauteur calculée du sommet.

Avec les formules barométriques ordinaires, rien de pareil ne se produit : comme dans ces formules la correction de température est déduite de la moyenne des températures observées aux deux stations, on conçoit aisément que l'on obtienne la même correction pour deux mois, l'un normal, où la température serait plus haute en plaine qu'au sommet, et l'autre où une inversion complète se manifesterait. La température moyenne pourrait être, en effet, la même dans les deux cas, et la formule ne donnerait plus alors aucune trace de l'inversion.

On pourrait analyser de même les conditions atmosphériques pour tous les mois où la formule que je propose donne des hauteurs calculées qui s'écartent notablement de la moyenne; on verrait que tous ces écarts s'expliquent aisément par les conditions générales de l'atmosphère pendant la période considérée.

Comme nous l'avons expliqué plus haut, la variation diurne et annuelle des hauteurs calculées doit présenter, à l'inverse de ce que donnent les formules ordinaires, un maximum la nuit et en hiver, un minimum le jour et pendant l'été. Cette loi se retrouve très nettement avec la formule nouvelle. Voici, en effet, le Tableau de la variation diurne de la hauteur du Puy-de-Dôme :

*Variation diurne de la hauteur calculée du Puy-de-Dôme.*

	Minuit.	3 <sup>h</sup> M.	6 <sup>h</sup> M.	9 <sup>h</sup> M.	Midi.	3 <sup>h</sup> S.	6 <sup>h</sup> S.	9 <sup>h</sup> S.
1878.....	1084 <sup>m</sup> ,1	1084 <sup>m</sup> ,7	1083 <sup>m</sup> ,1	1080 <sup>m</sup> ,8	1079 <sup>m</sup> ,2	1076 <sup>m</sup> ,0	1076 <sup>m</sup> ,2	1081 <sup>m</sup> ,0
1879.....	1086,3	1087,3	1086,1	1080,9	1078,4	1076,1	1079,8	1083,8
Moyenne.	1085,2	1086,0	1084,6	1080,9	1078,8	1076,0	1078,0	1082,4

Bien que l'on ne puisse guère conclure la variation diurne normale d'une période aussi courte, cependant l'extrême analogie des résultats obtenus dans les deux années montre que la variation obtenue plus haut ne doit pas s'écarter beaucoup de celle que donnerait un plus grand nombre d'années. L'amplitude totale de la variation diurne est de 9<sup>m</sup>,70, c'est-à-dire que le maximum et le minimum diffèrent environ de 4<sup>m</sup>,85 de la moyenne générale. Le maximum se produit vers 2<sup>h</sup>30<sup>m</sup> du matin et le minimum vers 2<sup>h</sup>30<sup>m</sup> du soir; enfin, les heures où la hauteur calculée passe par la valeur moyenne sont 8<sup>h</sup>30<sup>m</sup> du matin et du soir. C'est donc vers l'une ou l'autre de ces deux heures qu'il serait le plus

avantageux, en général, de faire les observations barométriques destinées à la mesure des hauteurs.

Quant à la variation annuelle, deux années sont une période tout à fait insuffisante pour l'établir. On voit toutefois apparaître déjà dans les chiffres ci-dessous le maximum d'hiver et le minimum d'été.

*Moyennes mensuelles de la hauteur calculée du Puy-de-Dôme  
pour les deux années 1878-1879.*

Janvier.....	1086,7 <sup>m</sup>	Mai.....	1076,4 <sup>m</sup>	Septembre...	1086,2 <sup>m</sup>
Février.....	1086,8	Juin.....	1078,5	Octobre.....	1083,9
Mars.....	1084,1	Juillet.....	1076,1	Novembre...	1079,4
Avril.....	1078,9	Août.....	1074,2	Décembre...	1086,9

En résumé, le procédé que je propose pour calculer les hauteurs permet de tourner la plus grande difficulté que l'on rencontre d'ordinaire dans ce calcul, c'est-à-dire l'ignorance de la température moyenne véritable de la couche d'air comprise entre les deux stations. De plus, bien que dans la formule nouvelle on ne fasse usage d'aucun coefficient déterminé empiriquement, mais seulement des constantes ordinaires de la Physique, on obtient par son moyen des nombres aussi rapprochés de la vérité, sinon plus, que ceux que donnent les meilleures formules employées jusqu'à ce jour. Enfin, les variations diurnes et annuelles des hauteurs calculées s'accordent beaucoup mieux par cette formule que par toute autre avec les résultats que l'on peut prévoir *a priori*.

## V.

### Usage des Tables.

Le calcul d'une hauteur au moyen des Tables qui suivent doit être conduit de la manière suivante.

Avec la hauteur barométrique *réduite à zéro*, on trouve dans la Table I une première hauteur approchée  $z_1$ . Des Tables proportionnelles permettent d'interpoler aisément pour les fractions de millimètre, mais il faut prendre garde que les nombres de la Table croissent quand la pression diminue; on doit donc *retrancher* de la hauteur qui correspond au nombre entier de millimètres la quantité qui correspond aux dixièmes.

La Table II donne, en fonction de la hauteur  $z_1$  trouvée précédemment, la quantité qu'il faut ajouter à la température  $t$  de l'air pour en déduire la température  $\theta$  qui entre dans les calculs.

Avec cette température  $\theta$  et la hauteur approchée  $z_1$ , on trouve dans la Table III la correction de température qu'il faut *ajouter* à  $z_1$  si  $\theta$  est *positive* et en *retran-*

cher si  $\theta$  est négative. On trouve ainsi une deuxième altitude plus approchée  $z_2$ .

Enfin les Tables IV et V donnent les corrections toujours additives qu'il faut faire subir à  $z_2$  pour tenir compte de l'humidité de l'air, de l'altitude et de la latitude. On obtient ainsi une hauteur définitive Z.

En recommençant les mêmes opérations pour la deuxième station, on obtient une autre hauteur Z'; la différence Z — Z' est la différence d'altitude des deux stations.

Nous donnons, comme exemple, le calcul de la hauteur du mont Ventoux d'après les observations effectuées le 7 septembre 1879 entre le sommet de la montagne et Avignon.

*Exemple du calcul d'une hauteur.*

Mont Ventoux .....  $h = 607^{\text{mm}}, 91$      $t = 14^{\circ}, 4$      $f = 6^{\text{mm}}$   
 Avignon .....  $h' = 758^{\text{mm}}, 20$      $t' = 26^{\circ}, 7$      $f' = 14^{\text{mm}}$     latitude  $44^{\circ}$

**Mont Ventoux.**

Table I. Pour $607^{\text{mm}}$ .....	$1796,8^{\text{m}}$		$t$ .....	$14,4^{\circ}$
Pour $0^{\text{mm}}, 91$ .....	<u>12,0</u>	Table II. Pour $14^{\circ}, 4$ et $1785^{\text{m}}$ .....		<u>4,9</u>
$z_1$ .....	$1784,8$	$\theta$ .....		<u>19,3</u>
Table III. Pour $1785^{\text{m}}$ et $19^{\circ}, 3$ .....	<u>126,3</u>			
$z_2$ .....	$1911,1$			
Table IV. Pour $1910^{\text{m}}$ et $f = 6^{\text{mm}}$ .....	<u>5,7</u>			
Table V. Pour $1915^{\text{m}}$ et $\lambda = 44^{\circ}$ .....	<u>5,6</u>			
Z .....	<u>1922,4</u>			

**Avignon.**

Table I. Pour $758^{\text{mm}}$ .....	$21,0^{\text{m}}$		$t'$ .....	$26,7^{\circ}$
Pour $0^{\text{mm}}, 20$ .....	<u>2,1</u>	Table II. Pour $19^{\text{m}}$ .....		<u>0,1</u>
$z'_1$ .....	$18,9$			<u>26,8</u>
Table III. Pour $19^{\text{m}}$ et $26^{\circ}, 8$ .....	<u>1,9</u>			
$z'_2$ .....	$20,8$			
Table IV. Pour $21^{\text{m}}$ et $f' = 14^{\text{mm}}$ .....	<u>0,1</u>			
Table V. Pour $21^{\text{m}}$ et $\lambda = 44^{\circ}$ .....	<u>0,1</u>			
Z' .....	<u>21,0</u>			

La différence d'altitude entre Avignon et le mont Ventoux est donc

$$Z - Z' = 1922^{\text{m}}, 4 - 21^{\text{m}}, 0 = 1901^{\text{m}}, 4.$$

L'altitude du baromètre d'Avignon étant de  $22^{\text{m}}$ , l'altitude du Ventoux au-dessus du niveau de la mer serait, d'après cette observation, égale à  $1923^{\text{m}}$ .

TABLE I. — Première hauteur approchée.

Pression.	Altit.	Diff.	Pression.	Altit.	Diff.	Pression.	Altit.	Diff.	<i>Parties proportionnelles.</i>				
<sup>mm</sup>	<sup>m</sup>		<sup>mm</sup>	<sup>m</sup>		<sup>mm</sup>	<sup>m</sup>						
779	—197,4	10,3	729	332,9	11,0	679	900,8	11,8		10,2	10,4	10,6	
778	—187,1	10,3	728	343,9	11,0	678	912,6	11,8	0,1	1,02	1,04	1,06	
777	—176,8	10,3	727	354,9	11,0	677	924,4	11,8	0,2	2,04	2,08	2,12	
776	—166,5	10,3	726	365,9	11,0	676	936,2	11,8	0,3	3,06	3,12	3,18	
775	—156,2	10,3	725	376,9	11,0	675	948,0	11,8	0,4	4,08	4,16	4,24	
774	—145,9	10,3	724	387,9	11,0	674	959,9	11,9	0,5	5,10	5,20	5,30	
773	—135,6	10,3	723	398,9	11,1	673	971,8	11,9	0,6	6,12	6,24	6,36	
772	—125,3	10,4	722	410,0	11,1	672	983,7	11,9	0,7	7,14	7,28	7,42	
771	—114,9	10,4	721	421,1	11,1	671	995,6	11,9	0,8	8,16	8,32	8,48	
770	—104,5	10,4	720	432,2	11,1	670	1007,5	11,9	0,9	9,18	9,36	9,54	
769	—94,1	10,4	719	443,3	11,1	669	1019,4	12,0		10,8	11,0	11,2	
768	—83,7	10,4	718	454,4	11,1	668	1031,4	12,0	0,1	1,08	1,10	1,12	
767	—73,3	10,4	717	465,5	11,1	667	1043,4	12,0	0,2	2,16	2,20	2,24	
766	—62,9	10,4	716	476,7	11,2	666	1055,4	12,0	0,3	3,24	3,30	3,36	
765	—52,5	10,4	715	487,9	11,2	665	1067,4	12,0	0,4	4,32	4,40	4,48	
764	—42,0	10,5	714	499,1	11,2	664	1079,4	12,0	0,5	5,40	5,50	5,60	
763	—31,5	10,5	713	510,3	11,2	663	1091,4	12,1	0,6	6,48	6,60	6,72	
762	—21,0	10,5	712	521,5	11,2	662	1103,5	12,1	0,7	7,56	7,70	7,84	
761	—10,5	10,5	711	532,7	11,2	661	1115,6	12,1	0,8	8,64	8,80	8,96	
760	0	10,5	710	543,9	11,3	660	1127,7	12,1	0,9	9,72	9,90	10,08	
759	10,5	10,5	709	555,2	11,3	659	1139,8	12,1		11,4	11,6	11,8	
758	21,0	10,6	708	566,5	11,3	658	1151,9	12,1	0,1	1,14	1,16	1,18	
757	31,6	10,6	707	577,8	11,3	657	1164,1	12,2	0,2	2,28	2,32	2,36	
756	42,2	10,6	706	589,1	11,3	656	1176,3	12,2	0,3	3,42	3,48	3,54	
755	52,8	10,6	705	600,4	11,3	655	1188,5	12,2	0,4	4,56	4,64	4,72	
754	63,4	10,6	704	611,8	11,4	654	1200,7	12,2	0,5	5,70	5,80	5,90	
753	74,0	10,6	703	623,2	11,4	653	1212,9	12,2	0,6	6,84	6,96	7,08	
752	84,6	10,6	702	634,6	11,4	652	1225,1	12,2	0,7	7,98	8,12	8,26	
751	95,2	10,6	701	646,0	11,4	651	1237,4	12,3	0,8	9,12	9,28	9,44	
750	105,8	10,7	700	657,4	11,4	650	1249,7	12,3	0,9	10,26	10,44	10,62	
749	116,5	10,7	699	668,8	11,4	649	1262,0	12,3		12,0	12,2	12,4	
748	127,2	10,7	698	680,2	11,5	648	1274,3	12,3	0,1	1,20	1,22	1,24	
747	137,9	10,7	697	691,7	11,5	647	1286,7	12,3	0,2	2,40	2,44	2,48	
746	148,6	10,7	696	703,2	11,5	646	1299,1	12,4	0,3	3,60	3,66	3,72	
745	159,3	10,7	695	714,7	11,5	645	1311,5	12,4	0,4	4,80	4,88	4,96	
744	170,0	10,7	694	726,2	11,5	644	1323,9	12,4	0,5	6,00	6,10	6,20	
743	180,8	10,8	693	737,7	11,5	643	1336,3	12,4	0,6	7,20	7,32	7,44	
742	191,6	10,8	692	749,2	11,6	642	1348,7	12,5	0,7	8,40	8,54	8,68	
741	202,4	10,8	691	760,8	11,6	641	1361,2	12,5	0,8	9,60	9,76	9,90	
740	213,2	10,8	690	772,4	11,6	640	1373,7	12,5	0,9	10,80	10,98	11,16	
739	224,0	10,8	689	784,0	11,6	639	1386,2	12,5		12,6	12,8	13,0	
738	234,8	10,8	688	795,6	11,6	638	1398,7	12,5	0,1	1,26	1,28	1,30	
737	245,6	10,9	687	807,2	11,6	637	1411,2	12,6	0,2	2,52	2,56	2,60	
736	256,5	10,9	686	818,8	11,7	636	1423,8	12,6	0,3	3,78	3,84	3,90	
735	267,4	10,9	685	830,5	11,7	635	1436,4	12,6	0,4	5,04	5,12	5,20	
734	278,3	10,9	684	842,1	11,7	634	1449,0	12,6	0,5	6,30	6,40	6,50	
733	289,2	10,9	683	853,9	11,7	633	1461,6	12,6	0,6	7,56	7,68	7,80	
732	300,1	10,9	682	865,6	11,7	632	1474,2	12,7	0,7	8,82	8,96	9,10	
731	311,0	10,9	681	877,3	11,7	631	1486,9	12,7	0,8	10,08	10,24	10,40	
730	321,9	11,0	680	889,0	11,8	630	1499,6	12,7	0,9	11,34	11,52	11,70	

TABLE I. — *Première hauteur approchée (suite)*.

Pression.	Altit.	Diff.	Pression.	Altit.	Diff.	Pression.	Altit.	Diff.	<i>Parties proportionnelles.</i>					
<sup>mm</sup>	<sup>m</sup>		<sup>mm</sup>	<sup>m</sup>		<sup>mm</sup>	<sup>m</sup>							
629	1512,3		579	2174,3		529	2896,3							
628	1525,0	12,7	578	2188,1	13,8	528	2911,1	15,1						
627	1537,7	12,7	577	2202,0	13,9	527	2926,5	15,2						
626	1550,4	12,7	576	2215,9	13,9	526	2941,7	15,2	0,1	1,28	1,30	1,32	1,34	
625	1563,2	12,8	575	2229,8	13,9	525	2956,9	15,2	0,2	2,56	2,60	2,64	2,68	
624	1576,0	12,8	574	2243,7	13,9	524	2972,1	15,2	0,3	3,84	3,90	3,96	4,02	
623	1588,8	12,8	573	2257,6	13,9	523	2987,4	15,3	0,4	5,12	5,20	5,28	5,36	
622	1601,7	12,9	572	2271,6	14,0	522	3002,7	15,3	0,5	6,40	6,50	6,60	6,70	
621	1614,6	12,9	571	2285,6	14,0	521	3018,0	15,3	0,6	7,68	7,80	7,92	8,04	
620	1627,5	12,9	570	2299,6	14,0	520	3033,4	15,4	0,7	8,96	9,10	9,24	9,38	
									0,8	10,24	10,40	10,56	10,72	
									0,9	11,52	11,70	11,88	12,06	
619	1640,4	12,9	569	2313,6		519	3048,8	15,4						
618	1653,3	12,9	568	2327,7	14,1	518	3064,2	15,4						
617	1666,2	12,9	567	2341,8	14,1	517	3079,6	15,5						
616	1679,2	13,0	566	2355,9	14,1	516	3095,1	15,5	0,1	1,36	1,38	1,40	1,42	
615	1692,2	13,0	565	2370,0	14,1	515	3095,1	15,5	0,2	2,72	2,76	2,80	2,84	
614	1705,2	13,0	564	2384,2	14,2	514	3110,6	15,5	0,3	4,08	4,14	4,20	4,26	
613	1718,2	13,0	563	2398,4	14,2	513	3126,1	15,6	0,4	5,44	5,52	5,60	5,68	
612	1731,2	13,0	562	2412,6	14,2	512	3141,7	15,6	0,5	6,80	6,90	7,00	7,10	
611	1744,3	13,1	561	2426,8	14,2	511	3157,3	15,6	0,6	8,16	8,28	8,40	8,52	
610	1757,4	13,1	560	2441,1	14,3	510	3172,9	15,6	0,7	9,52	9,66	9,80	9,94	
									0,8	10,88	11,04	11,20	11,36	
									0,9	12,24	12,42	12,60	12,78	
609	1770,5	13,1	559	2455,4	14,3	509	3204,3	15,7						
608	1783,6	13,2	558	2469,7	14,3	508	3220,0	15,7						
607	1796,8	13,2	557	2484,0	14,4	507	3235,8	15,8						
606	1810,0	13,2	556	2498,4	14,4	506	3251,6	15,8	0,1	1,44	1,46	1,48	1,50	
605	1823,2	13,2	555	2512,8	14,4	505	3267,4	15,8	0,2	2,88	2,92	2,96	3,00	
604	1836,4	13,2	554	2527,2	14,4	504	3283,2	15,8	0,3	4,32	4,38	4,44	4,50	
603	1849,6	13,2	553	2541,6	14,4	503	3299,1	15,9	0,4	5,76	5,84	5,92	6,00	
602	1862,9	13,3	552	2556,1	14,5	502	3315,0	15,9	0,5	7,20	7,30	7,40	7,50	
601	1876,2	13,3	551	2570,6	14,5	501	3330,9	15,9	0,6	8,64	8,76	8,88	9,00	
600	1889,5	13,3	550	2585,1	14,5	500	3346,9	16,0	0,7	10,08	10,22	10,36	10,50	
									0,8	11,52	11,68	11,84	12,00	
									0,9	12,96	13,14	13,32	13,50	
599	1902,8	13,4	549	2599,6	14,6	499	3362,9	16,0						
598	1916,2	13,4	548	2614,2	14,6	498	3378,9	16,0						
597	1929,6	13,4	547	2628,8	14,6	497	3395,0	16,1	0,1	1,52	1,54	1,56	1,58	
596	1943,0	13,4	546	2643,4	14,6	496	3411,1	16,1	0,2	3,04	3,08	3,12	3,16	
595	1956,4	13,5	545	2658,0	14,6	495	3427,2	16,1	0,3	4,56	4,62	4,68	4,74	
594	1969,9	13,5	544	2672,7	14,7	494	3443,4	16,2	0,4	6,08	6,16	6,24	6,32	
593	1983,4	13,5	543	2687,4	14,7	493	3459,6	16,2	0,5	7,60	7,70	7,80	7,90	
592	1996,9	13,5	542	2702,1	14,7	492	3475,8	16,2	0,6	9,12	9,24	9,36	9,48	
591	2010,4	13,5	541	2716,9	14,8	491	3492,1	16,3	0,7	10,64	10,78	10,92	11,06	
590	2023,9	13,6	540	2731,7	14,8	490	3508,4	16,3	0,8	12,16	12,32	12,48	12,64	
									0,9	13,68	13,86	14,04	14,21	
589	2037,5	13,6	539	2746,5	14,9	489	3524,7	16,4						
588	2051,1	13,6	538	2761,4	14,9	488	3541,1	16,4	0,1	1,60	1,62	1,64	1,66	
587	2064,7	13,6	537	2776,3	14,9	487	3557,5	16,4	0,2	3,20	3,24	3,28	3,32	
586	2078,3	13,6	536	2791,2	14,9	486	3573,9	16,5	0,3	4,80	4,86	4,92	4,98	
585	2091,9	13,7	535	2806,1	14,9	485	3590,4	16,5	0,4	6,40	6,48	6,56	6,64	
584	2105,6	13,7	534	2821,1	15,0	484	3606,9	16,5	0,5	8,00	8,10	8,20	8,30	
583	2119,3	13,7	533	2836,1	15,0	483	3623,4	16,5	0,6	9,60	9,72	9,84	9,96	
582	2133,0	13,7	532	2851,1	15,0	482	3640,0	16,6	0,7	11,20	11,34	11,48	11,62	
581	2146,7	13,8	531	2866,1	15,1	481	3656,6	16,6	0,8	12,80	12,96	13,12	13,28	
580	2160,5	13,8	530	2881,2	15,1	480	3673,2	16,7	0,9	14,40	14,58	14,76	14,94	

TABLE I. — Première hauteur approchée (suite).

Pression.	Altit.	Diff.	Pression.	Altit.	Diff.	Pression.	Altit.	Diff.	<i>Parties proportionnelles.</i>				
mm	m		mm	m		mm	m		mm	mm	mm	mm	mm
479	3689,9	16,7	449	4206,9	17,8	419	4759,6	19,1					
478	3706,6	16,7	448	4224,7	17,9	418	4778,7	19,1		16,6	16,8	17,0	17,2
477	3723,3	16,8	447	4242,6	17,9	417	4797,8	19,2	0,1	1,66	1,68	1,70	1,72
476	3740,1	16,8	446	4260,5	18,0	416	4817,0	19,2	0,2	3,32	3,36	3,40	3,44
475	3756,9	16,9	445	4278,5	18,0	415	4836,2	19,3	0,3	4,98	5,04	5,10	5,16
474	3773,8	16,9	444	4296,5	18,0	414	4855,5	19,3	0,4	6,64	6,72	6,80	6,88
473	3790,7	16,9	443	4314,5	18,1	413	4874,8	19,4	0,5	8,30	8,40	8,50	8,60
472	3807,6	16,9	442	4332,6	18,1	412	4894,2	19,5	0,6	9,96	10,08	10,20	10,32
471	3824,5	17,0	441	4350,7	18,1	411	4913,7	19,5	0,7	11,62	11,76	11,90	12,04
470	3841,5	17,0	440	4368,8	18,2	410	4933,2	19,8	0,8	13,28	13,44	13,60	13,76
									0,9	14,94	15,12	15,30	15,48
469	3858,5	17,1	439	4387,0	18,2	400	5131,0	202		17,4	17,6	17,8	18,0
468	3875,6	17,1	438	4405,2	18,3	390	5333,0	207	0,1	1,74	1,76	1,78	1,80
467	3892,7	17,1	437	4423,5	18,3	380	5540,0	213	0,2	3,48	3,52	3,56	3,60
466	3909,8	17,2	436	4441,8	18,4	370	5753,0	219	0,3	5,22	5,28	5,34	5,40
465	3927,0	17,2	435	4460,2	18,4	360	5972,0	225	0,4	6,96	7,04	7,12	7,20
464	3944,2	17,3	434	4478,6	18,4	350	6197,0	232	0,5	8,70	8,80	8,90	9,00
463	3961,5	17,3	433	4497,0	18,5	340	6429,0	239	0,6	10,44	10,56	10,68	10,80
462	3978,8	17,3	432	4515,5	18,5	330	6668,0	246	0,7	12,18	12,32	12,46	12,60
461	3996,1	17,4	431	4534,0	18,6	320	6914,0	254	0,8	13,92	14,08	14,24	14,40
460	4013,5	17,4	430	4552,6	18,6	310	7168,0	262	0,9	15,66	15,84	16,02	16,20
459	4030,9	17,4	429	4571,2	18,7	300	7430,0	271		18,2	18,4	18,6	18,8
458	4048,3	17,5	428	4589,9	18,7	290	7701,0	280	0,1	1,82	1,84	1,86	1,88
457	4065,8	17,5	427	4608,6	18,7	280	7981,0	290	0,2	3,64	3,68	3,72	3,76
456	4083,3	17,5	426	4627,3	18,8	270	8271,0	302	0,3	5,46	5,52	5,58	5,64
455	4100,8	17,6	425	4646,1	18,8	260	8573,0	314	0,4	7,28	7,36	7,44	7,52
454	4118,4	17,6	424	4664,9	18,9	250	8887,0	333	0,5	9,10	9,20	9,30	9,40
453	4136,0	17,6	423	4683,8	18,9	240	9214,0	340	0,6	10,92	11,04	11,16	11,28
452	4153,7	17,7	422	4702,7	18,9	230	9554,0	355	0,7	12,74	12,88	13,02	13,16
451	4171,4	17,7	421	4721,6	18,9	220	9909,0	372	0,8	14,56	14,72	14,88	15,04
450	4189,1	17,8	420	4740,6	19,0	210	10281,0		0,9	16,38	16,56	16,74	16,92

TABLE II. -- Calcul de la température  $\theta$ .

Altitude.									
m	°	m	°	m	°	m	°	m	°
10	0,03	100	0,28	400	2,78	2000	5,56	3000	8,33
20	0,06	200	0,56	1100	3,06	2100	5,83	3100	8,61
30	0,08	300	0,83	1200	3,33	2200	6,11	3200	8,89
40	0,11	400	1,11	1300	3,61	2300	6,39	3300	9,17
50	0,14	500	1,39	1400	3,89	2400	6,67	3400	9,44
60	0,17	600	1,67	1500	4,17	2500	6,94	3500	9,72
70	0,19	700	1,94	1600	4,44	2600	7,22	3600	10,00
80	0,22	800	2,22	1700	4,72	2700	7,50	3700	10,28
90	0,25	900	2,50	1800	5,00	2800	7,78	3800	10,56
				1900	5,28	2900	8,06	3900	10,83

TABLE III. — *Correction de température.*

	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	20°	30°	40°
100 <sup>m</sup>	0,4	0,7	1,1	1,5	1,8	2,2	2,6	2,9	3,3	3,7	7,3	11,0	14,7
200	0,7	1,5	2,2	2,9	3,7	4,4	5,1	5,9	6,6	7,3	14,7	22,0	29,4
300	1,1	2,2	3,3	4,4	5,5	6,6	7,7	8,8	9,9	11,0	22,0	33,0	44,0
400	1,5	2,9	4,4	5,9	7,3	8,8	10,3	11,7	13,2	14,7	29,4	44,0	58,7
500	1,8	3,7	5,5	7,3	9,2	11,0	12,9	14,7	16,5	18,4	36,7	55,1	73,4
600	2,2	4,4	6,6	8,8	11,0	13,2	15,4	17,6	19,8	22,0	44,0	66,1	88,1
700	2,6	5,1	7,7	10,3	12,9	15,4	18,0	20,6	23,1	25,7	51,4	77,1	102,8
800	2,9	5,9	8,8	11,7	14,7	17,6	20,6	23,5	26,4	29,4	58,7	88,1	117,4
900	3,3	6,6	9,9	13,2	16,5	19,8	23,1	26,4	29,7	33,0	66,1	99,1	132,1
1000	3,7	7,3	11,0	14,7	18,4	22,0	25,7	29,4	33,0	36,7	73,4	110,1	146,8
1100	4,0	8,1	12,1	16,2	20,2	24,2	28,3	32,3	36,3	40,4	80,7	121,1	161,5
1200	4,4	8,8	13,2	17,6	22,0	26,4	30,8	35,2	39,6	44,0	88,1	132,1	176,2
1300	4,8	9,5	14,3	19,1	23,9	28,6	33,4	38,2	42,9	47,7	95,4	143,1	190,8
1400	5,1	10,3	15,4	20,6	25,7	30,8	36,0	41,1	46,2	51,4	102,8	154,1	205,5
1500	5,5	11,0	16,5	22,0	27,6	33,0	38,5	44,0	49,5	55,1	110,1	165,2	220,2
1600	5,9	11,7	17,6	23,5	29,4	35,2	41,1	47,0	52,8	58,7	117,4	176,2	234,9
1700	6,2	12,5	18,7	25,0	31,2	37,4	43,7	49,9	56,2	62,4	124,8	187,2	249,6
1800	6,6	13,2	19,8	26,4	33,1	39,6	46,2	52,8	59,5	66,1	132,1	198,2	264,2
1900	7,0	14,0	20,9	27,9	34,9	41,8	48,8	55,8	62,8	69,7	139,5	209,2	278,9
2000	7,3	14,7	22,0	29,4	36,7	44,0	51,4	58,7	66,1	73,4	146,8	220,2	293,6
2100	7,7	15,4	23,1	30,8	38,5	46,2	53,9	61,7	69,4	77,1	154,1	231,2	308,3
2200	8,1	16,2	24,2	32,3	40,4	48,4	56,5	64,6	72,7	80,7	161,5	242,2	323,0
2300	8,4	16,9	25,3	33,8	42,2	50,6	59,1	67,5	76,0	84,4	168,8	253,2	337,6
2400	8,8	17,6	26,4	35,2	44,0	52,8	61,7	70,5	79,3	88,1	176,2	264,2	352,3
2500	9,2	18,4	27,5	36,7	45,9	55,1	64,2	73,4	82,6	91,8	183,5	275,3	367,0
2600	9,5	19,1	28,6	38,2	47,7	57,3	66,8	76,3	85,9	95,4	190,8	286,3	381,7
2700	9,9	19,8	29,7	39,6	49,5	59,5	69,4	79,3	89,2	99,1	198,2	297,3	396,4
2800	10,3	20,6	30,8	41,1	51,4	61,7	71,9	82,2	92,5	102,8	205,5	308,3	411,0
2900	10,6	21,3	31,9	42,6	53,2	63,9	74,5	85,1	95,8	106,4	212,9	319,3	425,7
3000	11,0	22,0	33,0	44,0	55,1	66,1	77,1	88,1	99,1	110,1	220,2	330,3	440,4
3100	11,4	22,8	34,1	45,5	56,9	68,3	79,6	91,0	102,4	113,8	227,5	341,3	455,1
3200	11,7	23,5	35,2	47,0	58,7	70,5	82,2	94,0	105,7	117,4	234,9	352,3	469,8
3300	12,1	24,2	36,3	48,4	60,6	72,7	84,8	96,9	109,0	121,1	242,2	363,3	484,4
3400	12,5	25,0	37,4	49,9	62,4	74,9	87,3	99,8	112,3	124,8	249,6	374,3	499,1
3500	12,9	25,7	38,5	51,4	64,2	77,1	89,9	102,8	115,6	128,5	256,9	385,4	513,8
3600	13,2	26,4	39,6	52,9	66,1	79,3	92,5	105,7	118,9	132,1	264,2	396,4	528,5
3700	13,6	27,2	40,7	54,3	67,9	81,5	95,1	108,6	122,2	135,8	271,6	407,4	543,2
3800	14,0	27,9	41,8	55,8	69,7	83,7	97,6	111,6	125,5	139,5	278,9	418,4	557,8
3900	14,3	28,6	42,9	57,3	71,6	85,9	100,2	114,5	128,8	143,1	286,3	429,4	572,5
4000	14,7	29,4	44,0	58,7	73,4	88,1	102,8	117,4	132,1	146,8	293,6	440,4	587,2
5000	18,4	36,7	55,1	73,4	91,8	110,1	128,5	146,8	165,2	183,5	367,0	550,5	734,0
6000	22,0	44,0	66,1	88,1	110,1	132,1	154,1	176,2	198,2	220,2	440,4	660,6	880,8
7000	25,7	51,4	77,1	102,8	128,5	154,1	179,8	205,5	231,2	256,9	513,8	770,7	

TABLE IV. - Correction d'humidité.

m	TENSION DE VAPEUR.											
	1 <sup>mm</sup>	2 <sup>mm</sup>	3 <sup>mm</sup>	4 <sup>mm</sup>	5 <sup>mm</sup>	6 <sup>mm</sup>	7 <sup>mm</sup>	8 <sup>mm</sup>	9 <sup>mm</sup>	10 <sup>mm</sup>	20 <sup>mm</sup>	30 <sup>mm</sup>
100	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	1,0	1,5
200	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	2,0	3,0
300	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	3,0	4,5
400	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	4,0	6,0
500	0,3	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	5,0	7,5
600	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	6,0	9,0
700	0,4	0,7	1,0	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8	3,1	3,5	7,0	10,4
800	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	8,0	11,9
900	0,5	0,9	1,3	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	9,0	13,4
1000	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	9,9	14,9
1100	0,6	1,1	1,6	2,2	2,7	3,3	3,8	4,4	4,9	5,5	10,9	16,4
1200	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	11,9	17,9
1300	0,7	1,3	1,9	2,6	3,2	3,9	4,5	5,2	5,8	6,5	12,9	19,4
1400	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0	13,9	20,9
1500	0,8	1,5	2,2	3,0	3,7	4,5	5,2	6,0	6,7	7,5	14,9	22,4
1600	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4	7,2	8,0	15,9	23,9
1700	0,9	1,7	2,5	3,4	4,2	5,1	5,9	6,8	7,6	8,5	16,9	25,4
1800	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0	17,9	26,9
1900	1,0	1,9	2,8	3,8	4,7	5,7	6,6	7,6	8,5	9,5	18,9	28,3
2000	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	9,9	19,9	29,8
2100	1,0	2,1	3,1	4,2	5,2	6,3	7,3	8,4	9,4	10,4	20,9	31,3
2200	1,1	2,2	3,3	4,4	5,5	6,6	7,7	8,8	9,8	10,9	21,9	32,8
2300	1,1	2,3	3,4	4,6	5,7	6,9	8,0	9,2	10,3	11,4	22,9	34,3
2400	1,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2	8,4	9,5	10,7	11,9	23,9	35,8
2500	1,2	2,5	3,7	5,0	6,2	7,5	8,7	9,9	11,2	12,4	24,9	37,3
2600	1,3	2,6	3,9	5,2	6,5	7,8	9,1	10,3	11,6	12,9	25,9	38,8
2700	1,3	2,7	4,0	5,4	6,7	8,1	9,4	10,7	12,1	13,4	26,9	40,3
2800	1,4	2,8	4,2	5,6	7,0	8,4	9,7	11,1	12,5	13,9	27,9	41,8
2900	1,4	2,9	4,3	5,8	7,2	8,7	10,1	11,5	13,0	14,4	28,8	43,3
3000	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,4	11,9	13,4	14,9	29,8	44,8
3100	1,5	3,1	4,6	6,2	7,7	9,3	10,8	12,3	13,9	15,4	30,8	46,3
3200	1,6	3,2	4,8	6,4	8,0	9,5	11,1	12,7	14,3	15,9	31,8	47,7
3300	1,6	3,3	4,9	6,6	8,2	9,8	11,5	13,1	14,8	16,4	32,8	49,2
3400	1,7	3,4	5,1	6,8	8,5	10,1	11,8	13,5	15,2	16,9	33,8	50,7
3500	1,7	3,5	5,2	7,0	8,7	10,4	12,2	13,9	15,7	17,4	34,8	52,2
3600	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0	11,7	12,5	14,3	16,1	17,9	35,8	53,7
3700	1,8	3,7	5,5	7,4	9,2	11,0	12,9	14,7	16,6	18,4	36,8	55,2
3800	1,9	3,8	5,7	7,6	9,5	11,3	13,2	15,1	17,0	18,9	37,8	56,7
3900	1,9	3,9	5,8	7,8	9,7	11,6	13,6	15,5	17,5	19,4	38,8	58,2
4000	2,0	4,0	6,0	8,0	9,9	11,9	13,9	15,9	17,9	19,9	39,8	59,7
5000	2,5	5,0	7,5	9,9	12,4	14,9	17,4	19,9	22,4	24,9	49,7	74,6
6000	3,0	6,0	8,0	11,9	14,9	17,9	20,9	23,9	26,9	29,8	59,7	89,5
7000	3,5	7,0	10,4	13,9	17,4	20,9	24,4	27,9	31,3	34,8	69,6	

TABLE V. — *Correction de latitude et d'altitude.*

Altitude.	LATITUDE.														
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
100 <sup>m</sup>	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
200	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
300	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2
400	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,7	0,5	0,4	0,2
500	2,6	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,0	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9	0,6	0,5	0,3
600	3,1	3,1	3,0	2,9	2,8	2,6	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,1	0,8	0,6	0,4
700	3,7	3,6	3,5	3,4	3,2	3,0	2,8	2,4	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9	0,7	0,4
800	4,2	4,2	4,1	3,9	3,7	3,5	3,2	2,8	2,4	2,1	1,8	1,4	1,0	0,8	0,5
900	4,7	4,7	4,6	4,4	4,2	3,9	3,6	3,2	2,7	2,4	2,1	1,6	1,2	0,9	0,6
1000	5,3	5,2	5,1	4,9	4,7	4,4	4,0	3,6	3,1	2,7	2,2	1,8	1,4	1,0	0,6
1100	5,8	5,8	5,6	5,4	5,2	4,8	4,4	3,9	3,4	2,9	2,4	2,0	1,5	1,1	0,7
1200	6,4	6,4	6,2	6,0	5,6	5,2	4,8	4,3	3,7	3,2	2,6	2,2	1,6	1,2	0,8
1300	6,9	6,9	6,7	6,5	6,1	5,7	5,2	4,7	4,1	3,5	2,9	2,4	1,8	1,3	0,9
1400	7,4	7,4	7,2	7,0	6,6	6,1	5,6	5,1	4,4	3,8	3,1	2,6	2,0	1,5	1,0
1500	8,0	8,0	7,8	7,5	7,1	6,6	6,1	5,5	4,8	4,1	3,4	2,8	2,1	1,6	1,1
1600	8,6	8,6	8,3	8,0	7,6	7,1	6,5	5,8	5,1	4,4	3,7	3,0	2,3	1,7	1,2
1700	9,1	9,1	8,9	8,5	8,1	7,5	6,9	6,2	5,4	4,7	4,0	3,3	2,4	1,8	1,3
1800	9,7	9,6	9,4	9,1	8,6	8,0	7,4	6,6	5,7	5,0	4,3	3,4	2,6	2,0	1,4
1900	10,3	10,2	9,9	9,6	9,1	8,5	7,8	7,0	6,1	5,3	4,4	3,6	2,8	2,1	1,5
2000	10,8	10,7	10,5	10,1	9,6	9,0	8,2	7,4	6,5	5,6	4,7	3,8	3,0	2,3	1,6
2100	11,4	11,3	11,0	10,6	10,1	9,4	8,7	7,8	6,9	5,9	4,9	4,0	3,2	2,5	1,7
2200	12,0	11,9	11,6	11,1	10,6	9,9	9,1	8,2	7,3	6,3	5,3	4,3	3,4	2,6	1,9
2300	12,6	12,5	12,2	11,7	11,1	10,3	9,6	8,6	7,6	6,6	5,5	4,5	3,6	2,8	2,0
2400	13,2	13,1	12,8	12,3	11,6	10,8	10,0	9,0	8,0	6,9	5,8	4,8	3,8	2,9	2,1
2500	13,7	13,7	13,4	12,9	12,2	11,4	10,5	9,5	8,4	7,3	6,1	5,1	4,0	3,1	2,2
2600	14,3	14,3	14,0	13,4	12,7	11,9	11,0	9,9	8,7	7,6	6,4	5,3	4,2	3,3	2,4
2700	14,9	14,9	14,6	14,0	13,3	12,4	11,4	10,3	9,1	7,9	6,7	5,5	4,4	3,5	2,5
2800	15,5	15,5	15,2	14,5	13,8	12,9	11,9	10,7	9,5	8,3	7,0	5,8	4,6	3,6	2,6
2900	16,1	16,1	15,7	15,1	14,3	13,4	12,4	11,3	9,9	8,6	7,3	6,0	4,8	3,8	2,8
3000	16,7	16,7	16,3	15,7	14,9	13,9	12,8	11,6	10,3	8,9	7,6	6,3	5,0	3,9	2,9
3100	17,3	17,3	16,9	16,2	15,4	14,4	13,3	12,0	10,7	9,3	7,9	6,6	5,3	4,1	3,1
3200	17,9	17,9	17,5	16,8	16,0	14,9	13,8	12,5	11,1	9,6	8,2	6,9	5,5	4,3	3,2
3300	18,5	18,5	18,1	17,4	16,6	15,5	14,3	12,9	11,5	10,0	8,5	7,1	5,7	4,5	3,4
3400	19,2	19,1	18,6	18,0	17,1	15,9	14,7	13,3	11,9	10,3	8,8	7,3	5,9	4,7	3,5
3500	19,8	19,7	19,2	18,6	17,7	16,4	15,1	13,8	12,3	10,7	9,1	7,6	6,2	4,9	3,7
3600	20,4	20,3	19,8	19,1	18,2	16,9	15,6	14,2	12,7	11,0	9,4	7,9	6,4	5,1	3,8
3700	21,0	20,9	20,4	19,7	18,8	17,4	16,1	14,6	13,0	11,4	9,8	8,2	6,6	5,3	4,0
3800	21,7	21,5	21,0	20,3	19,3	18,0	16,6	15,0	13,5	11,8	10,1	8,4	6,8	5,5	4,2
3900	22,3	22,1	21,6	20,9	19,9	18,6	17,1	15,5	13,9	12,1	10,4	8,7	7,1	5,6	4,4
4000	22,9	22,8	22,3	21,5	20,4	19,2	17,7	16,1	14,3	12,5	10,7	9,0	7,3	5,8	4,6
4300	26,1	26,0	25,4	24,6	23,4	22,0	20,3	18,4	16,5	14,4	12,4	10,4	8,6	6,9	5,5
5000	29,4	29,2	28,7	27,7	26,4	24,8	22,9	20,9	18,7	16,4	14,2	12,0	9,9	8,1	6,5
5500	32,8	32,6	32,0	30,9	29,5	27,6	25,7	23,4	21,0	18,5	16,0	13,6	11,3	9,4	7,6
6000	36,3	36,0	35,3	34,2	32,6	30,5	28,5	26,0	23,4	20,7	18,0	15,4	12,9	10,8	8,7
6500	39,8	39,5	38,8	37,5	35,8	33,6	31,3	28,7	25,8	22,9	20,0	17,1	14,5	12,2	9,9
7000	43,4	43,1	42,3	41,0	39,2	36,9	34,3	31,4	28,4	25,2	22,0	19,0	16,1	13,6	11,3

---

# LE VERRIER MÉTÉOROLOGISTE,

PAR M. L. BRAULT.

---

« ..... Il y a des gens qui font et laissent faire; il y en a d'autres qui ne font pas, mais laissent faire; la pire espèce, ce sont ceux qui ne font pas et ne veulent pas qu'on fasse. »

LE VERRIER, *Historique des entreprises météorologiques de l'Observatoire.*

La puissance scientifique de Le Verrier était telle, qu'on peut dire, sans crainte de se tromper, qu'il eût été grand physicien, grand chimiste ou grand géologue, comme il fut grand astronome. Avant d'aimer l'Astronomie, il aimait la Science; il la personnifiait. Son mépris (qu'il montrait trop souvent) s'adressait à ceux qui ne la comprenaient pas, sous quelque forme qu'elle se présentât; bien différent en cela de ces esprits étroits qui, enfermés dans un cercle d'équations ou de cornues, ne voient rien au delà de ce qu'ils font et de ceux qui les imitent.

Le caractère de grandeur de l'Astronomie le séduisait, non pas qu'il se lançât volontiers dans des considérations d'ensemble; au premier abord, il semblait terre à terre, et sa parole n'atteignait le sublime qu'à force de vérité. La précision était sa force; il savait quel est le fruit d'une longue patience, mais il ne l'exerça jamais que sur de grandes questions. C'est ainsi qu'en face de l'univers, sa pensée se sentant à l'aise, il prenait plaisir à étudier, jusque dans leurs moindres détails, les mouvements de ces immenses sphéroïdes célestes en compagnie desquels il a pour ainsi dire passé sa vie.

On conçoit que, pour un aussi vaste esprit, l'étude de l'atmosphère et de ses mouvements ne pouvait rester sans attrait. Aussi Le Verrier y pensait-il souvent. La Météorologie est la science de l'avenir, disait-il, et, si elle n'a pas encore les développements qu'elle doit avoir, « c'est qu'on s'est trop attaché à des détails

Le Verrier, *Historique des entreprises*

» M. Le Verrier. Ce Service, poursuivi depuis ce temps dans les circonstances  
» même les plus graves..., est à présent adopté dans presque tous les pays de  
» l'Europe et des États-Unis. »

Le Verrier a en effet créé la Météorologie télégraphique ; il a montré du premier coup l'usage qu'on en pouvait faire ; et la Météorologie télégraphique, telle qu'il l'a conçue, sert encore aujourd'hui de base aux beaux travaux du Signal Office américain.

Le Verrier créa aussi le *Bulletin international* que publient actuellement beaucoup de pays de l'Europe et que le Directeur du Bureau central météorologique de France vient d'améliorer si heureusement.

Il n'y a pas jusqu'aux Cartes synoptiques dont on ne puisse dire que, malgré quelques essais faits avant lui, Le Verrier fut le premier à les caractériser, à les définir et à leur donner l'aspect général qu'elles conservent aujourd'hui.

Quant à la Climatologie, elle fut toujours une de ses principales préoccupations, et là encore il montra la route à suivre.

Aussi peut-on dire, d'une façon générale, que pendant longtemps tous les météorologistes ne feront guère que copier ou améliorer Le Verrier, sans presque jamais sortir des voies qu'il a tracées.

Pourquoi d'ailleurs n'essayerions-nous pas de rappeler ici, ne serait-ce qu'à grands traits, les principaux efforts du puissant astronome en faveur d'une science dont il sentait si bien l'importance ? Pourquoi ne montrerions-nous pas, par exemple, ce que Le Verrier avait déjà fait en 1868 pour son développement, quel était dès lors le plan largement conçu dont il jetait les assises et comment il indiquait et préparait l'avenir ? Il y a çà et là, dans ce qu'il nous a laissé, des conseils qui viennent d'assez haut pour être médités.

En 1854 et 1855, Le Verrier s'occupa d'abord de réorganiser les observations météorologiques de l'Observatoire.

Il porta de quatre à six le nombre des observations faites de neuf heures du matin à minuit, ces six observations pouvant permettre, à l'égard des moyennes surtout, de représenter la période diurne par une série trigonométrique où l'on tiendrait compte des termes dépendant du double de l'angle horaire. Il recommande à ses observateurs de laisser en blanc toute observation non faite plutôt que de la rétablir par une moyenne. « Cette conscience introduite dans les observations, écrit-il plus tard, a été la source de critiques inintelligentes. Quelque zèle que des observateurs apportent à leur travail, il peut leur arriver d'omettre, très rarement, une observation dont alors la place reste en blanc dans la publication. Or on ne manquait jamais de faire remarquer que jusque-là le Tableau météorologique avait toujours présenté une régularité admirable, l'observation semblant ne jamais faire défaut à l'heure dite. Mais tout cela n'était que mi-

L'Atlantique nord le préoccupe. Il sent depuis longtemps toute l'importance de ce qui s'y passe pour la Météorologie de l'Europe. Le moment lui paraît favorable, et, en même temps qu'il demande l'appui du Ministère de la Marine, il adresse la circulaire suivante aux Chambres de commerce des grands ports, dans laquelle on verra comment il rattache la question qui l'occupe à celle des avertissements aux ports :

« L'étude des tempêtes et leur prévision dans l'intérêt de la marine constituent » une œuvre fort complexe et dans laquelle l'observation et la théorie se prêteront un mutuel concours.

» L'entreprise est difficile, les phénomènes atmosphériques étant des plus impénétrables, non seulement à raison de la multiplicité des actions dont ils dépendent, mais à cause de l'immense étendue des pays sur lesquels ils se développent et qui ne permet que rarement d'en embrasser l'ensemble.

» La Carte atmosphérique de l'Europe, construite chaque jour, résume la situation, et il est permis de croire que, en considérant avec attention la succession des états atmosphériques qu'on est désormais à même de suivre, on parviendra peu à peu à d'importantes conclusions. La publicité donnée à nos Cartes a pour objet de faire que tous ceux qui le désirent puissent profiter de notre travail diurne et contribuer à notre œuvre d'ensemble en tournant leurs réflexions vers ces importantes questions.

» Malheureusement nos Cartes n'embrassent que l'Europe, ce qui ne suffit pas ; elles ne contiennent rien de ce qui se passe à la surface de l'océan Atlantique, et l'on doit d'autant plus le regretter, que la plupart des tempêtes qui nous assaillent semblent prendre leur origine dans ces parages.

» Les navires qui sillonnent l'Atlantique sont autant d'observatoires dont la position est connue, en général, avec une exactitude suffisante pour le but qu'on se propose. Les gros temps, les aires de vent sont notés sur le livre de bord, et quand à ces indications générales est jointe la hauteur d'un baromètre, qui malheureusement ne se trouve pas toujours à bord, on se trouve en possession de tous les éléments de discussion nécessaires.

» Nous nous adressons donc ici aux Chambres de commerce, aux armateurs et à MM. les officiers de marine eux-mêmes, suivant les circonstances, pour obtenir d'eux communication des livres de bord. Nous rendrons dans le plus bref délai ceux qui nous seront confiés. Si l'on veut bien prendre la peine de relever et de nous transmettre les seules circonstances concernant les tempêtes, la position du navire (longitude et latitude), la direction et la force du vent, l'état de la mer, la hauteur du baromètre quand on possède cet instrument, nous en serons reconnaissants.

» Dans l'intérêt des études à venir et de la sécurité actuelle de la navigation, nous prendrons la liberté de demander aux armateurs de navires de les pourvoir d'un

» baromètre, dont les indications, régulièrement constatées, seraient inscrites  
 » sur le livre de bord. Cette habitude serait précieuse à un double titre : le marin  
 » en mer en tirerait souvent des avertissements d'une utilité immédiate; plus  
 » tard les données ainsi recueillies serviraient à la découverte des lois les plus  
 » simples, dont la marine serait la première à profiter.

» Suivant les réponses qui nous seront faites et les avis qu'on voudra bien  
 » nous donner, nous entrerons dans de nouvelles explications, et nous formule-  
 » rons, s'il y a lieu, un plan d'ensemble. »

Ce plan d'ensemble était depuis longtemps dans la tête de Le Verrier, et, s'il hésitait à le formuler, c'est qu'il craignait d'être forcé tôt ou tard par les événements d'en modifier quelques parties.

La circulaire que nous venons de reproduire, et qui date du 29 janvier 1864, fut le point de départ du grand *Atlas des mouvements généraux de 1864 et 1865*, que l'Observatoire publia plus tard, en 1868, et dont nous voulons encore extraire les lignes suivantes, parce qu'elles résument bien les idées que nous avons souvent entendu développer par le savant astronome lui-même à propos des Cartes qu'il contient : « .... Au début d'un pareil travail, il eût été bien difficile, » sinon impossible, d'obtenir que toutes les observations fussent simultanées.  
 » C'est un point qui peut laisser à désirer et qui ne sera résolu que dans un temps » plus ou moins éloigné. Il est, en effet, de la première importance que les Cartes » de l'*Atlas météorologique* présentent l'état atmosphérique du bassin de l'Océan » au même instant, afin qu'on puisse en suivre les variations d'un jour à l'autre ; » lorsqu'on aura bien vu que les observations effectuées sont réellement utili- » sées, il ne sera pas impossible de demander aux observateurs d'échelonner les » heures de leurs observations de manière qu'il y en ait toujours une qui corres- » ponde à 8<sup>h</sup> de Paris. » Telle était l'idée de Le Verrier sur les Cartes synoptiques, et, si l'on remplace dans la dernière phrase que nous venons de citer 8<sup>h</sup> du matin de Paris par 7<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> de Washington, on retrouve identiquement la proposition faite par M. le général Myer au dernier Congrès météorologique de Vienne.

Le Verrier a laissé aussi un grand nombre de lettres sur cette partie si intéressante de la Météorologie qui s'appelle la Climatologie, les unes adressées au Ministre de l'Instruction publique, les autres aux préfets, celles-ci aux présidents des Commissions départementales, celles-là aux directeurs des Écoles normales, toutes ayant pour but l'organisation de la Climatologie française.

De toutes ces correspondances, nous ne reproduirons ici que celle à laquelle nous avons déjà emprunté quelques lignes; elle est datée du 16 août 1864, a trait à l'étude des orages et est adressée aux présidents des Conseils généraux. Cette lettre montre encore une fois que c'est bien un plan d'ensemble dont Le Verrier poursuit la réalisation au milieu de tant de difficultés de détail.

« Monsieur le Président, l'étude de la Météorologie n'a pas conduit, dans le  
» passé, aux résultats théoriques et pratiques sur lesquels on avait cru pouvoir  
» compter. Il n'y a pas lieu de s'en étonner. On s'est trop attaché à des détails  
» lorsque les grandes lois des mouvements de l'atmosphère sont à peine soupçon-  
» nées. L'histoire des sciences nous montre que l'examen des phénomènes de la  
» nature doit toujours commencer par ceux qui, s'accomplissant sur une plus  
» grande échelle, ne sont pas altérés dans leurs résultats généraux par mille  
» causes secondaires.

» L'observation et la discussion des phénomènes de notre atmosphère sont, il  
» est vrai, fort difficiles, surtout parce qu'on doit embrasser à la fois une grande  
» étendue, sinon toute la surface de la Terre. Les alizés nord et sud, le courant  
» aérien de retour, les courants polaires, les courants marins, le *gulf-stream* et  
» les causes principales de ces mouvements, l'action du Soleil, l'échauffement  
» des continents, la rotation de la Terre, tout doit être pris en considération; et,  
» quant aux observations, mieux vaudraient des faits constatés partout à la fois,  
» pendant le cours d'une seule année, que quelques observations éparses pour-  
» suivies pendant un siècle.

» De grands progrès ont déjà été accomplis dans cette voie. Un ensemble  
» d'observations recueillies chaque jour sur divers points de l'Europe viennent  
» se concentrer à Paris, où elles sont discutées. On en déduit des prévisions que  
» le télégraphe reporte aux diverses capitales et de là sur toutes les côtes, depuis  
» Cherbourg jusqu'à Gibraltar, de Barcelone à Naples et dans l'Adriatique, dans  
» la mer du Nord et la Baltique, et jusque dans la mer Noire. Le Ministre de la  
» Marine d'Italie réglementait hier dans les ports du royaume l'emploi des prévi-  
» sions télégraphiques adressées par la France, et la Russie s'entendait avec l'Au-  
» triche pour que ces avis pussent arriver sans retard à Odessa et à Nicolaïeff.  
» La Norvège réclame la reprise des communications interrompues par la guerre.

» Quelque vaste qu'elle soit, cette organisation s'est promptement trouvée in-  
» suffisante, et il a fallu étendre les études à la surface de l'Atlantique. La marine  
» impériale de France s'y emploie avec empressement; le Portugal organise les  
» Açores, l'Espagne les Antilles. Mais cela même n'eût pas suffi encore si la  
» marine du commerce n'avait entendu l'appel qui lui a été fait et n'avait donné  
» un puissant concours individuel. Il n'est guère de bâtiment sillonnant l'Atlan-  
» tique ou la Méditerranée qui ne rapporte aujourd'hui des observations pré-  
» cieuses. Ces observations, relevées à mesure qu'elles arrivent, contribuent à la  
» formation d'un Atlas des tempêtes qui offre un grand intérêt et qui devrait, à la  
» fin de chaque année, être publié.

» Ces travaux européens, dont profite la marine, ne doivent pas nous faire  
» perdre de vue l'ensemble de la France. Le moment semble venu d'étudier les  
» phénomènes généraux de son climat.

» Nous n'avons pas à distinguer entre la science et ses applications. Constituons  
» l'une, et les autres viendront d'elles-mêmes. On connaît les services rendus  
» par les Commissions hydrométriques des bassins du Rhône et de la Meuse.  
» Naguère nous aidions le Mecklembourg dans ses récoltes en le prévenant de  
» l'arrivée des pluies.

» La marche à suivre est d'ailleurs tracée : il faut multiplier les observations  
» sur tous les points du territoire, pendant une période de temps dont l'expé-  
» rience fixera la durée.

» M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu accepter que les jalons  
» principaux de ce travail fussent placés dans les Écoles normales, et il a de-  
» mandé aux Conseils généraux un concours qui n'entraîne pour chacun d'eux  
» qu'un sacrifice extrêmement modique de 250<sup>fr</sup>, pour achat d'instruments.

» Mais là s'arrête l'État, et, si d'autres besoins se révèlent, nous devons y pour-  
» voir par les soins de l'Association scientifique récemment constituée.

» Or, Monsieur le Président, pour l'étude d'une des questions les plus impor-  
» tantes, les orages, qui chaque année font tant de mal aux campagnes, une  
» station par département est absolument insuffisante. Il en faudrait une par  
» canton au moins. Veuillez ne pas vous en effrayer : ces stations secondaires ne  
» coûteront à établir que de la bonne volonté, qui ne fait jamais défaut.

» Les orages, qui parcourent d'assez longues distances, toute la longueur de  
» la France quelquefois, n'occupent en général qu'une largeur assez restreinte :  
» ils passeraient entre les chefs-lieux de département sans être constatés ; tout  
» au moins leur marche, leur gravité, leur étendue resteraient inconnues, et  
» leur étude serait, comme par le passé, impossible.

» De là l'indispensable nécessité de multiplier les observateurs, sans qu'on  
» doive pour cela les pourvoir d'instruments. Ce qu'il faut seulement, ce sont  
» des témoins éclairés qui veillent bien constater l'arrivée, la fin de l'orage, son  
» intensité, la pluie et la grêle tombées, l'intervention du tonnerre et des  
» éclairs dans ces bourrasques, le point de l'horizon d'où elles sont venues,  
» celui où elles vont.

» Il nous a semblé, Monsieur le Président, que, si MM. les conseillers géné-  
» raux consentaient à prendre en main cette grande enquête, chacun dans le  
» canton qu'il représente, nous arriverions promptement à des résultats com-  
» plets et importants. Chacun de nos collègues voudrait bien s'assurer le con-  
» cours d'une ou plusieurs personnes, suivant l'étendue du pays, parmi les  
» maires, les curés, les instituteurs, etc., etc. Les documents seraient adressés  
» à la préfecture, et de là au Ministre de l'Instruction publique ou à celui de  
» l'Intérieur. Leurs Excellences s'intéressent également à la réussite d'entre-  
» prises à la fois scientifiques et agricoles.

» Je vous prie, Monsieur le Président, de soumettre ces vues et ces proposi-

» tions à MM. les conseillers généraux et de me faire connaître s'ils les agréent.  
» Nous donnerons alors toutes les instructions qui sembleront nécessaires. »

Ainsi donc, dès l'année 1868, Le Verrier avait envisagé la Météorologie sous toutes ses faces et indiqué les meilleures routes à suivre.

Peut-être même l'histoire dira-t-elle de lui qu'il fut le seul homme de son temps dont le regard fut assez vaste pour envelopper d'un seul coup d'œil tous les problèmes de la Météorologie. Son plan était gigantesque, comme la Science elle-même. S'il eût pu faire de la Météorologie, seul dans son cabinet, comme il fit toute sa vie de l'Astronomie, Le Verrier eût fait faire un pas de géant à toutes les grandes questions qui la composent. Mais toutes ces grandes questions exigent une légion de travailleurs, et c'est cette légion d'hommes qu'il essaya en vain de s'adjoindre. Le Verrier n'avait pas ce qu'il faut pour la conduire, et, vers la fin, tout le monde l'abandonnait.

Il faut, pour chef de la Météorologie d'un pays, non seulement un homme aux idées larges, mais encore un homme bienveillant qui puisse réunir en un seul faisceau les efforts de tous.

S'il eût suffi d'avoir du génie, Le Verrier était de taille à conduire non seulement la Météorologie de la France, mais encore celle du globe entier. Quel beau spectacle alors que celui de cet homme dirigeant avec sa haute autorité scientifique la Météorologie du monde! Mais ce ne fut là qu'un rêve, le sien peut-être, le nôtre certainement, jusqu'au moment où nous restâmes convaincu que le caractère de l'illustre misanthrope ne permettait plus de le réaliser.

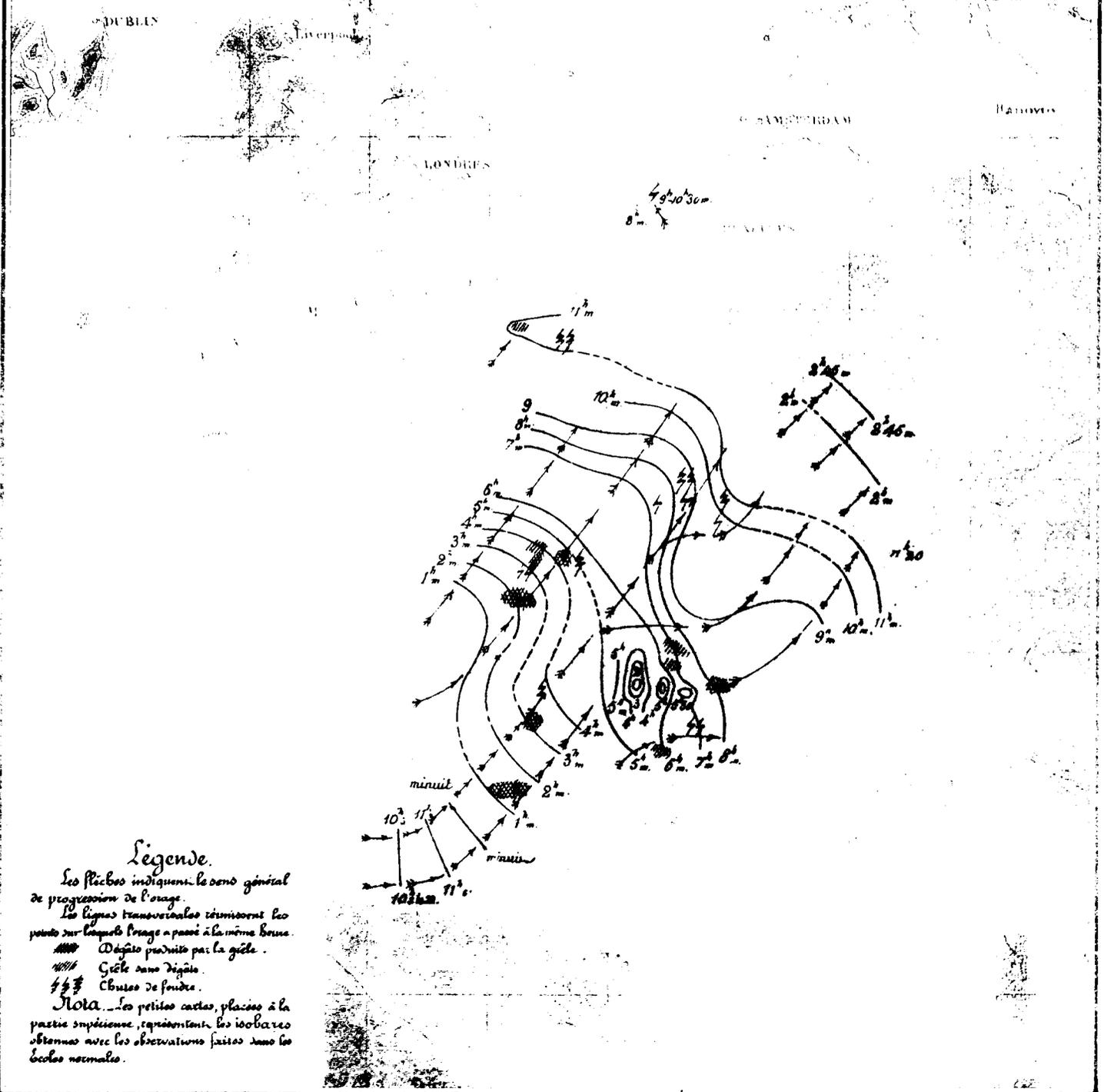
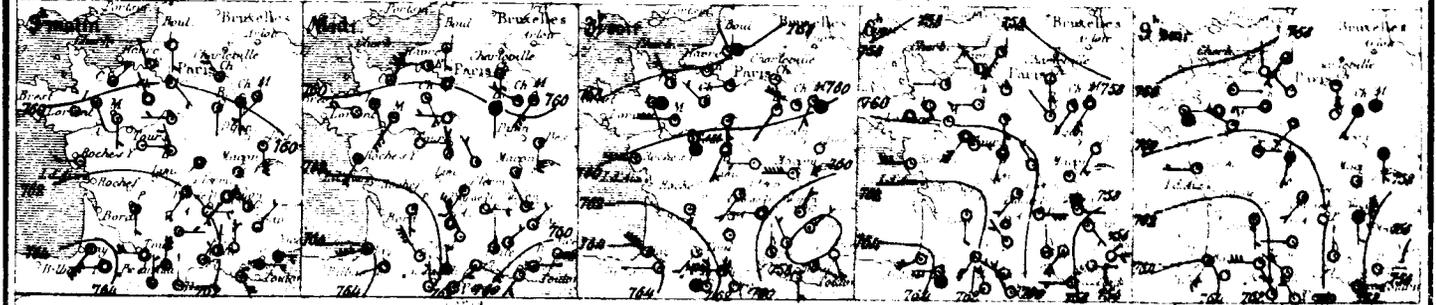


# **PLANCHES.**

# ORAGES DU 23 JUILLET 1878, matin.

A.1.

## Observations trihoraires. — Pression barométrique, vent et état du ciel.

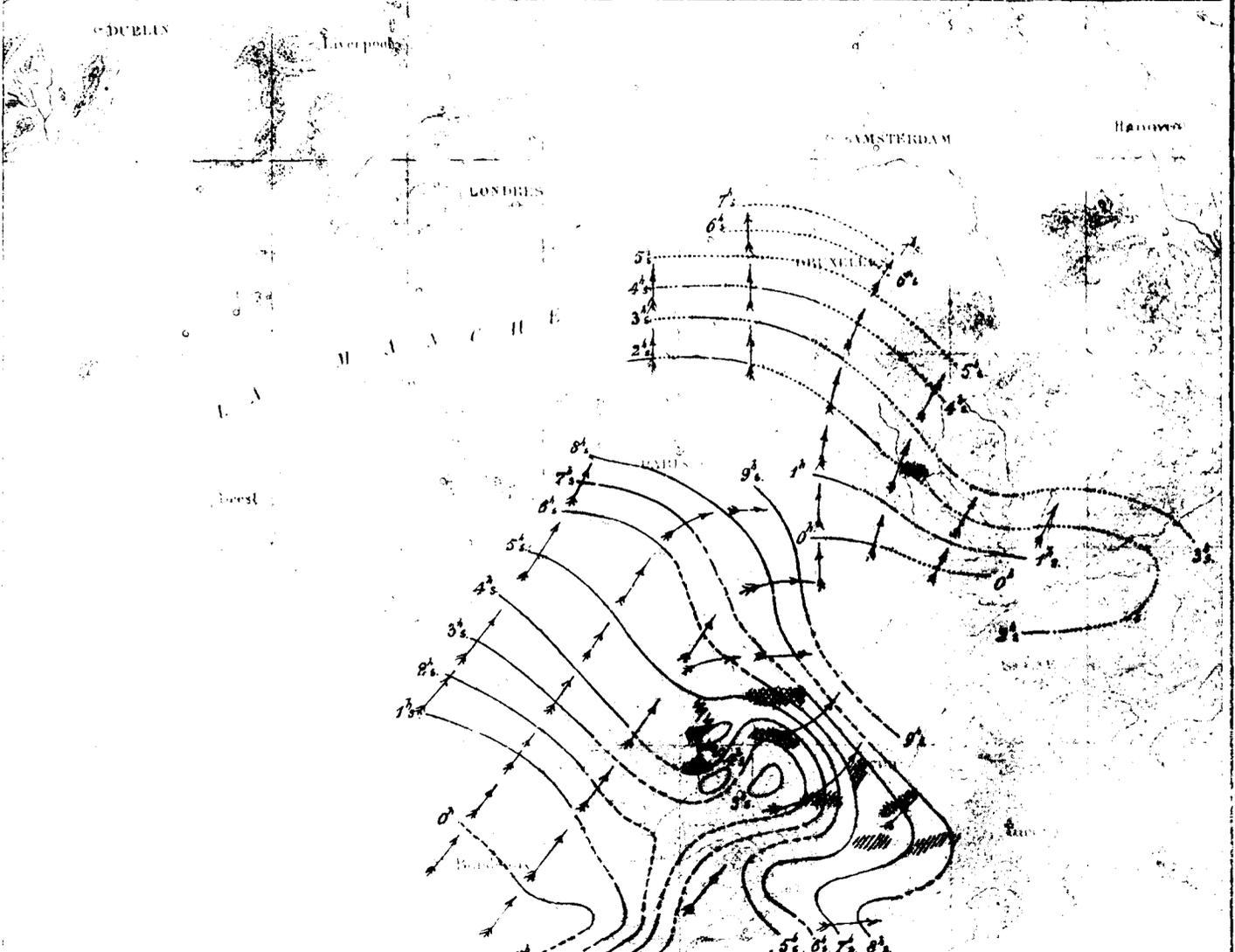


### Légende.

Les flèches indiquent le sens général de progression de l'orage.  
 Les lignes transversales terminent les points sur lesquels l'orage a passé à la même heure.  
 Dégât produit par la grêle.  
 Grêle sans dégât.  
 Chutes de pluie.  
 Nota. — Les petites cartes, placées à la partie supérieure, représentent les isobares obtenus avec les observations faites dans les écoles normales.

# ORAGES DU 23 JUILLET 1878, soir.

## Observations trihoraires — Température.



### Légende.

Les flèches indiquent le sens général de progression de l'orage.

Les lignes transversales réunissent les points sur lesquels l'orage a passé à la même heure.

☁☁☁ Débris produits par la grêle.

☁☁☁ Grêle sans débris.

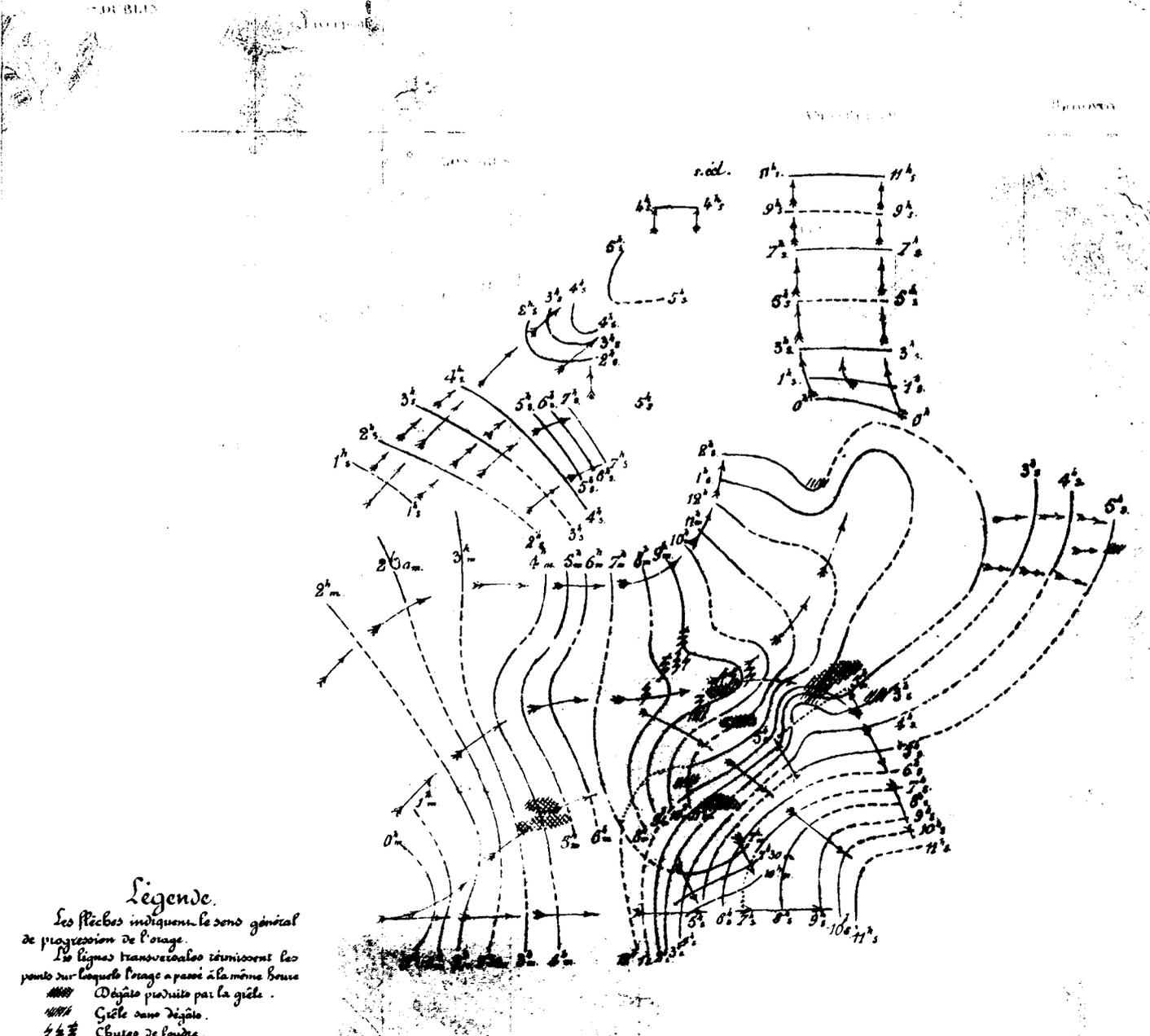
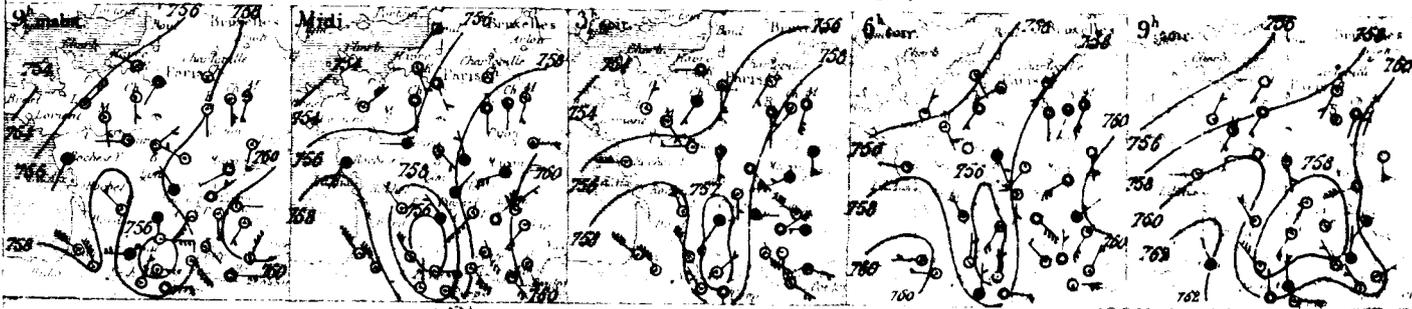
☁☁☁ Chutes de foudre.

Nota. — Les petites cartes, placées à la partie supérieure, représentent les isothermes obtenus avec les observations faites dans les Seules aéro-stations.

# ORAGES DU 6 AOÛT 1878.

A. 3.

Observations trihoraires. — Pression barométrique, vent et état du ciel.



### Légende.

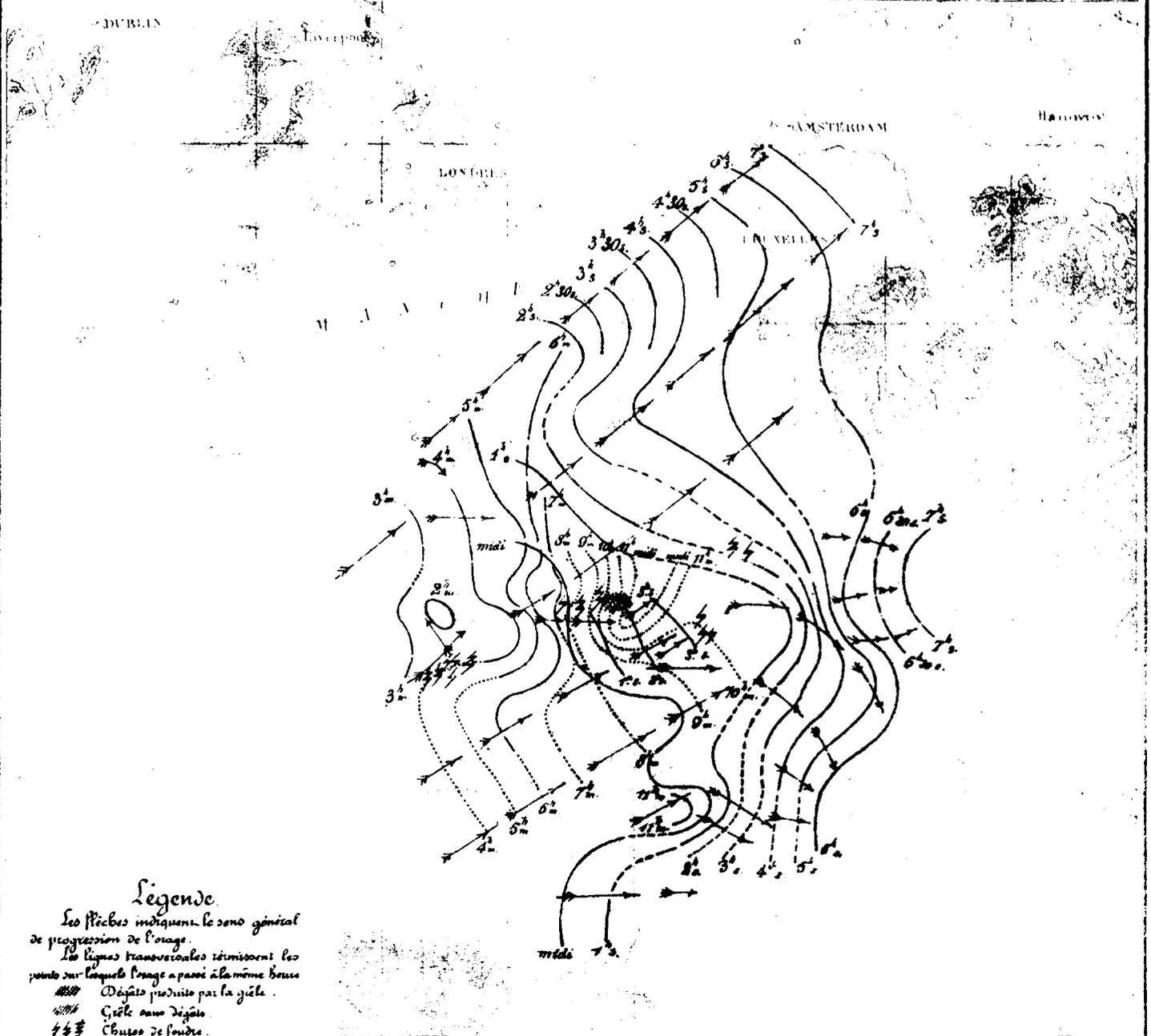
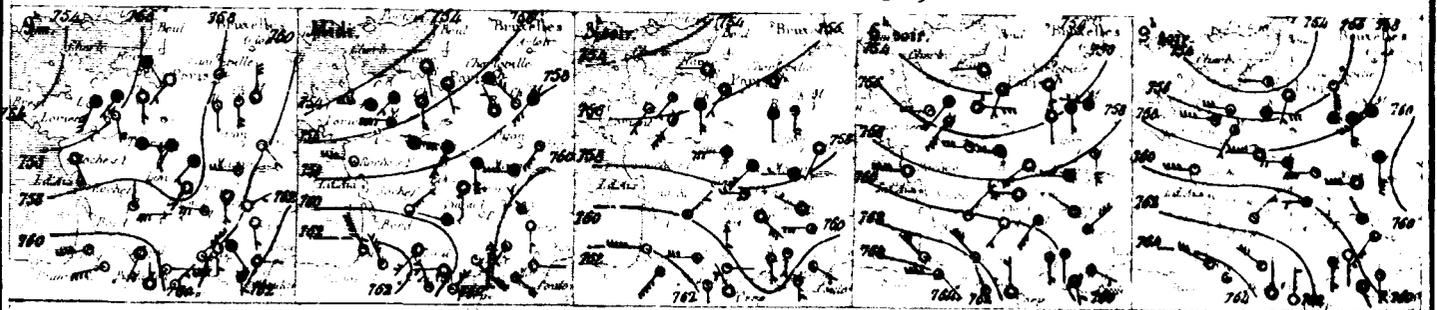
Les fleches indiquent le sens général de progression de l'orage.  
 Les lignes transversales témoignent les points sur lesquels l'orage a passé à la même heure.  
 Déjà produit par la grêle.  
 Grêle sans neige.  
 Chutes de neige.

Nota. — Les petites cartes placées à la partie supérieure, représentent les isobares obtenus avec les observations faites dans les écoles normales.

# ORAGES DU 10 AOÛT 1878.

A. 4.

Observations trihoraires. — Pression barométrique, vent et état du ciel.



## Légende

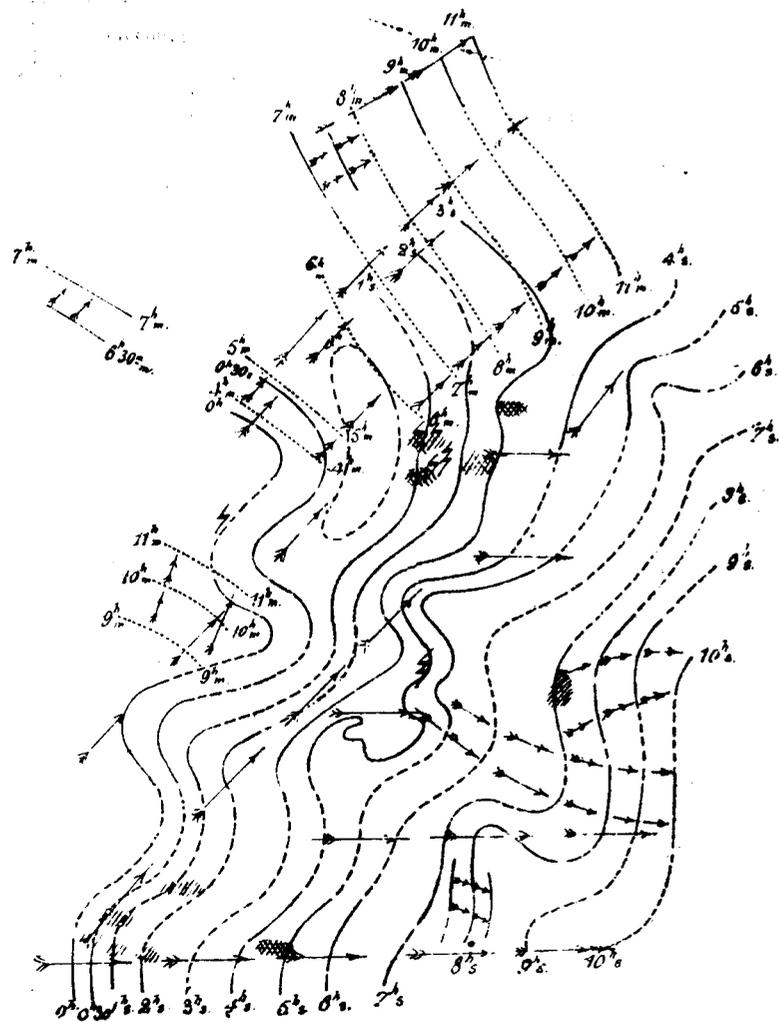
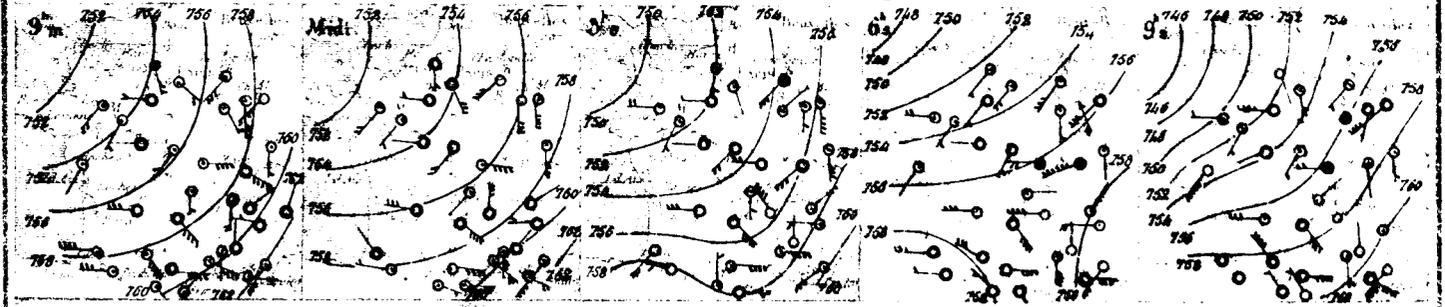
- Les flèches indiquent le sens général de progression de l'orage.
- Les lignes transversales réunissent les points sur lesquels l'orage a passé à la même heure.
- ☐ Dégrés produits par la grêle.
- Grêle sans dégrés.
- ☄ Chutes de foudre.

Nota. Les petites cartes, placées à la partie supérieure, représentent les isobares obtenus avec les observations faites dans les écoles normales.

# ORAGES DU 29 AOÛT 1878.

A. 5.

## Observations trihoraires. — Pression barométrique, vent et état du ciel.



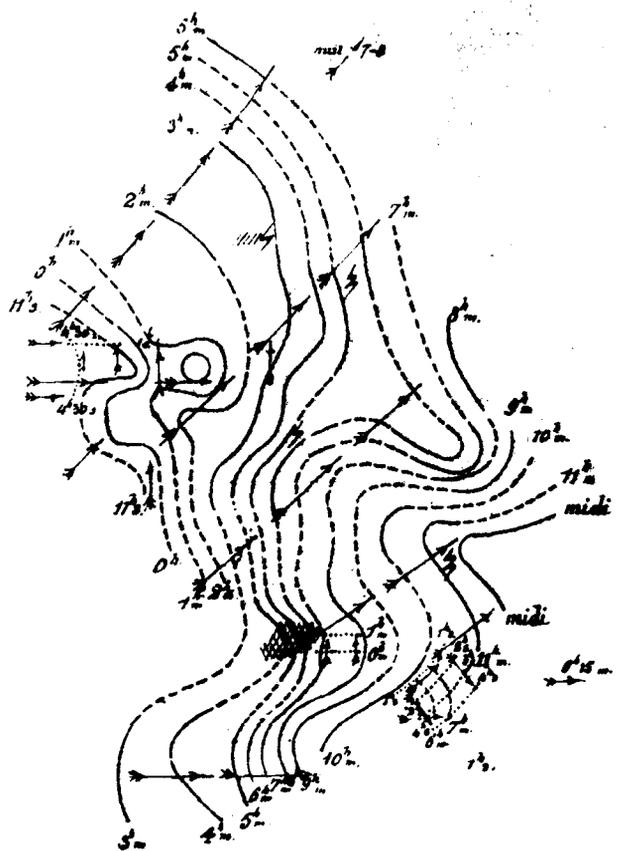
### Légende.

- Les flèches indiquent le sens général de progression de l'orage.
- Les lignes transversales représentent les points sur lesquels l'orage a passé à la même heure.
- ☁️ Déjà produit par la grêle.
- ☁️ Grêle sans dégâts.
- ☁️ Chutes de neige.

Nota. — Les petites cartes, placées à la partie supérieure, représentent les isobares obtenus avec les observations faites aux les heures normales.

# ORAGES DU 8 OCTOBRE 1878.

Observations trihoraires. — Pression barométrique, vent et état du ciel.



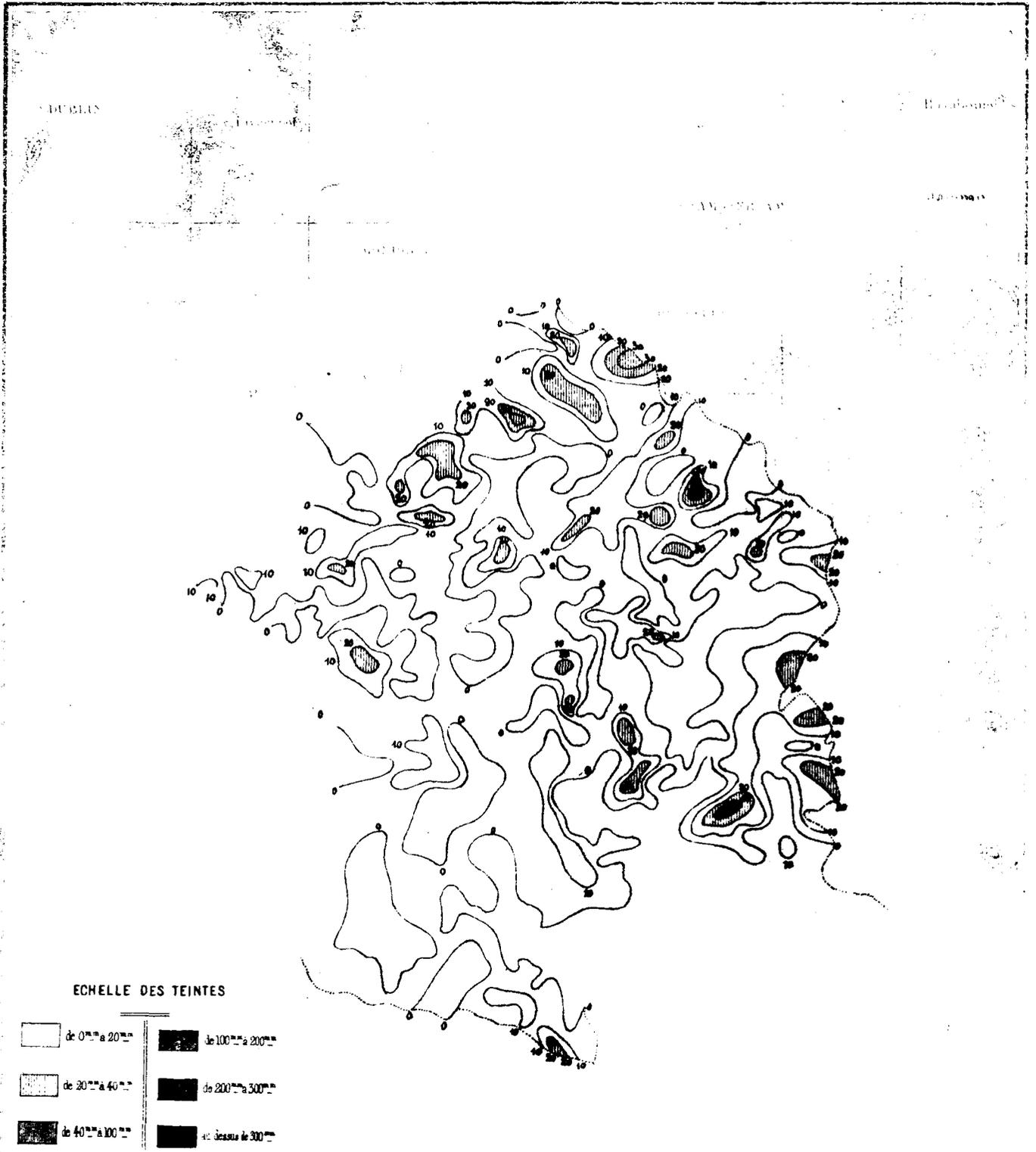
### Légende.

- Les flèches indiquent le sens général de progression de l'orage.
- Les lignes transversales réunissent les points sur lesquels l'orage a passé à la même heure.
- Dépôts produits par la grêle.
- ||||| Ciel sans pluie.
- ⚡ Chutes de foudre.

Nota. — Les petites cartes, placées à la partie supérieure, représentent les isobares obtenus avec les observations faites dans les écoles normales.

# PLUIES DU 23 JUILLET 1878.

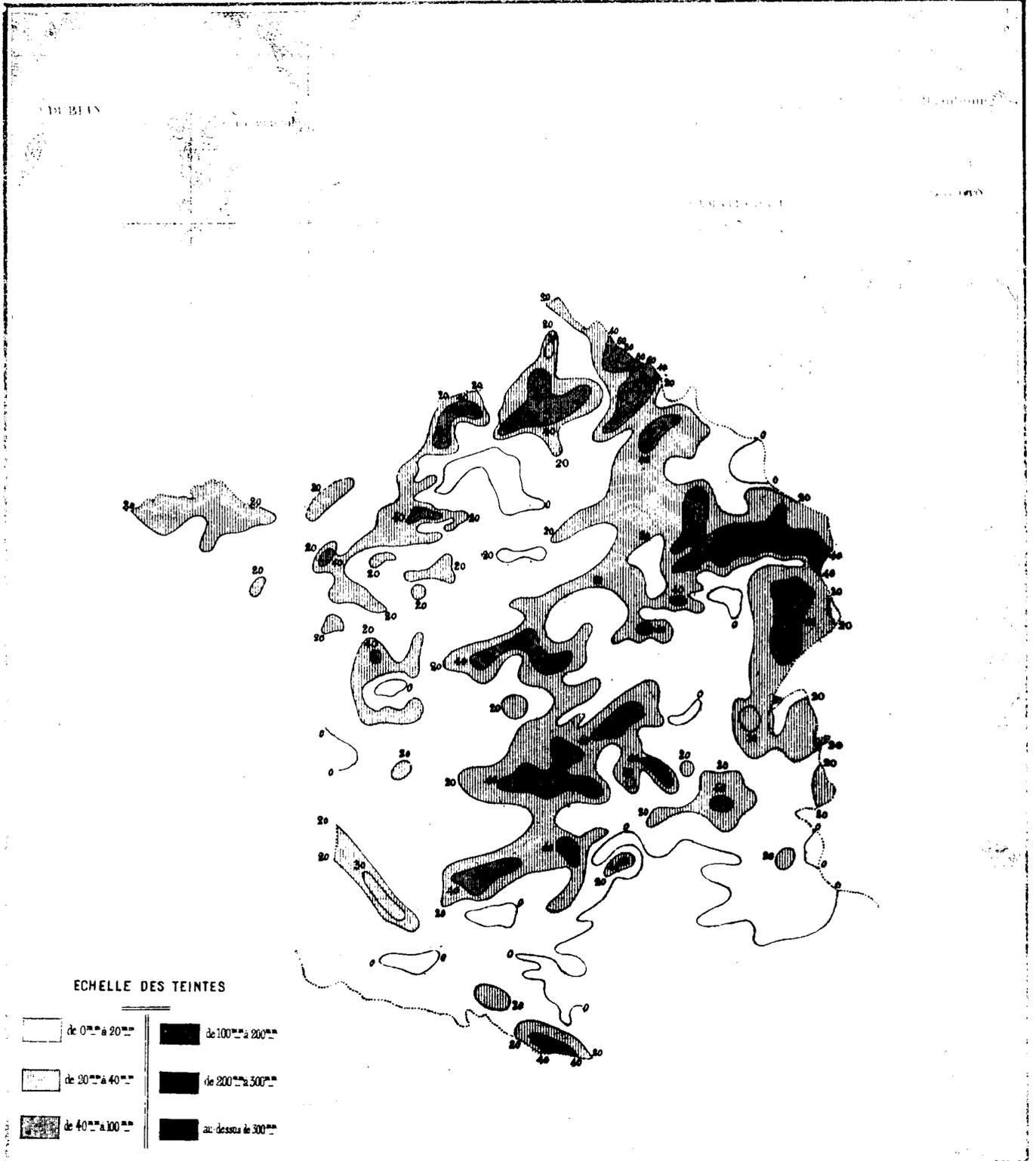
A-2.



Bureau central météorologique de France.

# PLUIES DU 20 au 24 JUILLET 1878.

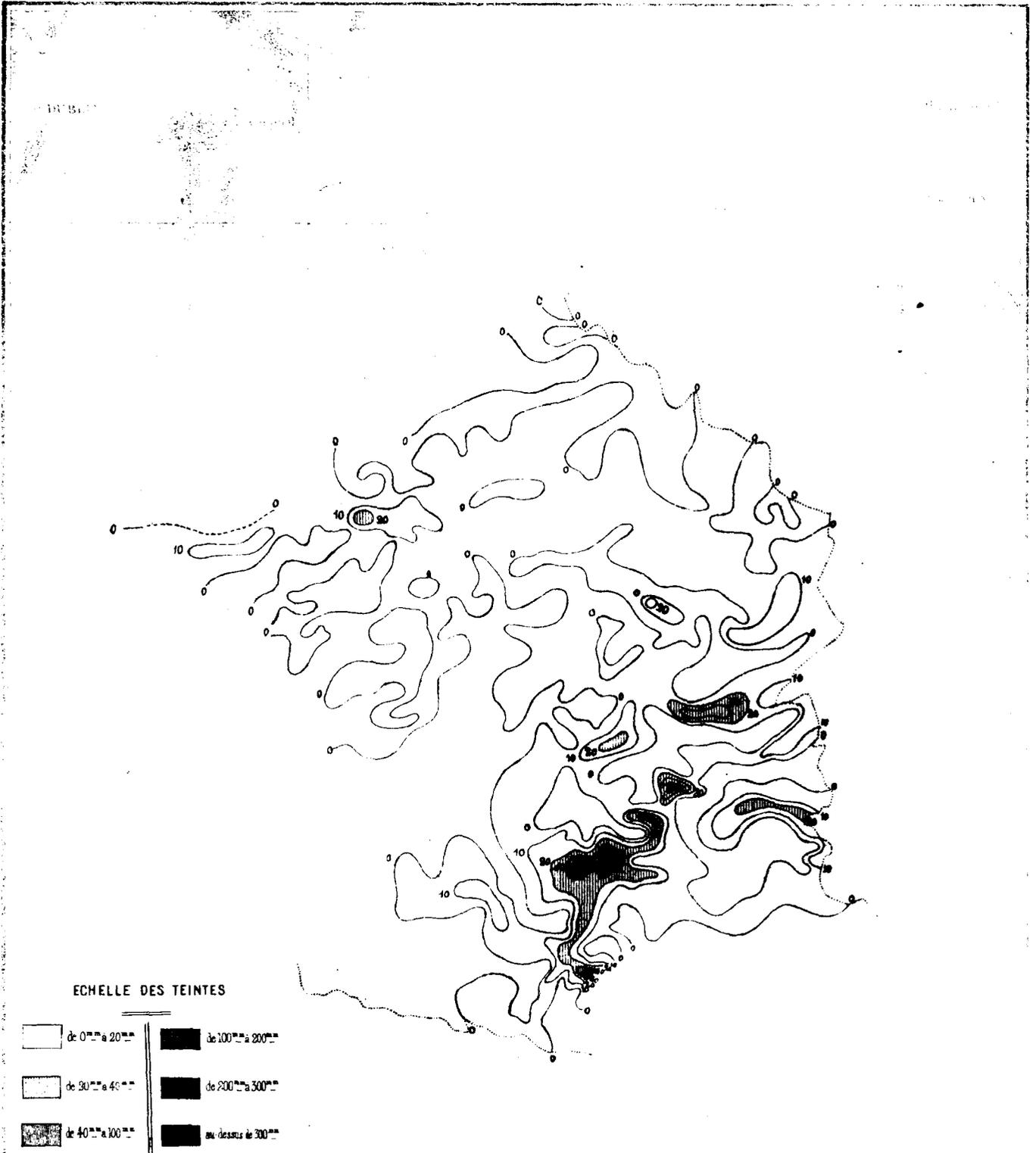
A. S.



Bureau central météorologique de France.

# PLUIES DU 6 AOÛT 1878.

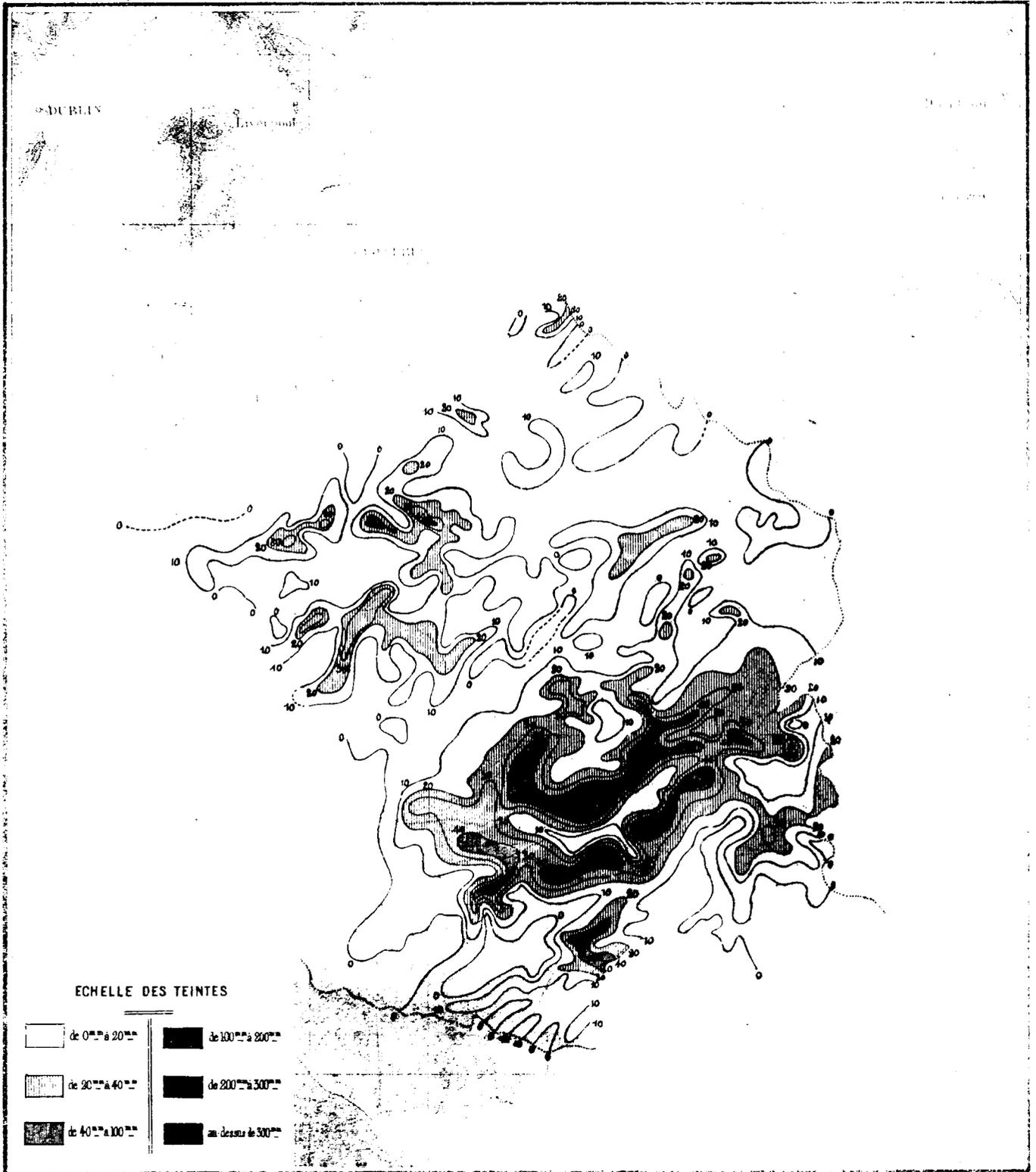
A. 9.



Bureau central météorologique de France.

# PLUIES DES 5 et 6 AOÛT 1878.

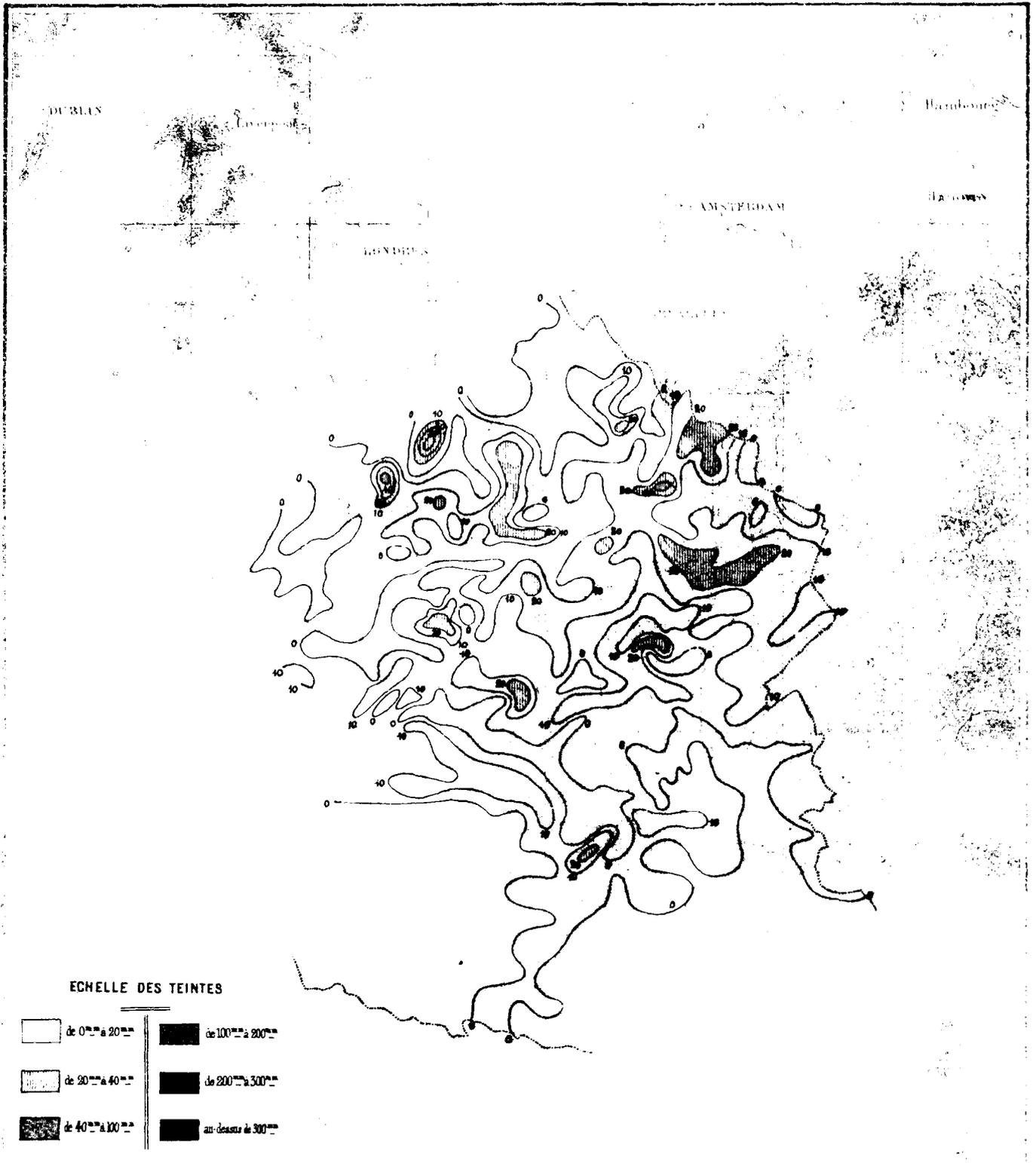
A. 10



Bureau central météorologique de France.

# PLUIES DU 10 AOÛT 1878.

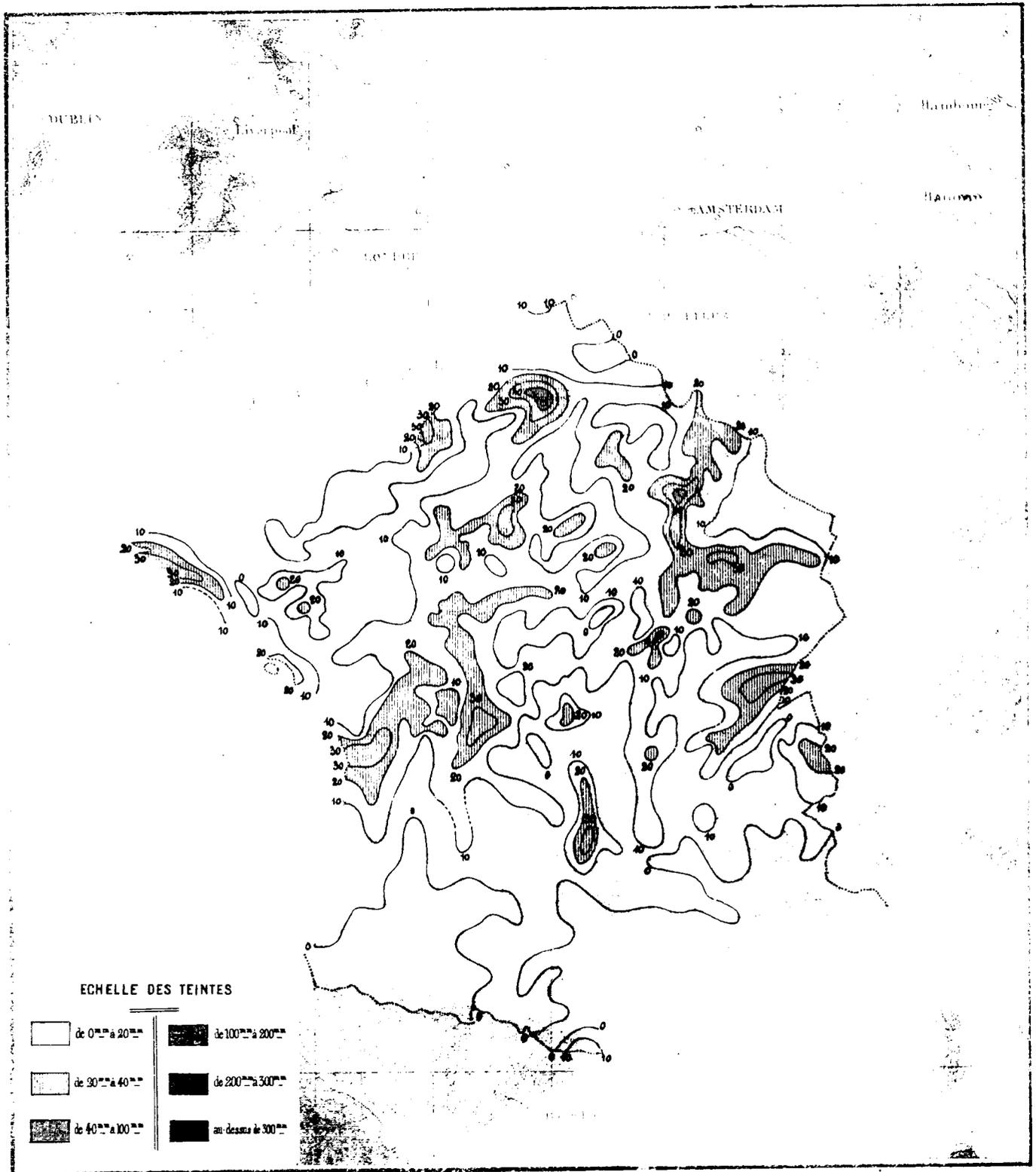
A. II.



Bureau central météorologique de France

# PLUIES DES 9 et 10 AOÛT 1878.

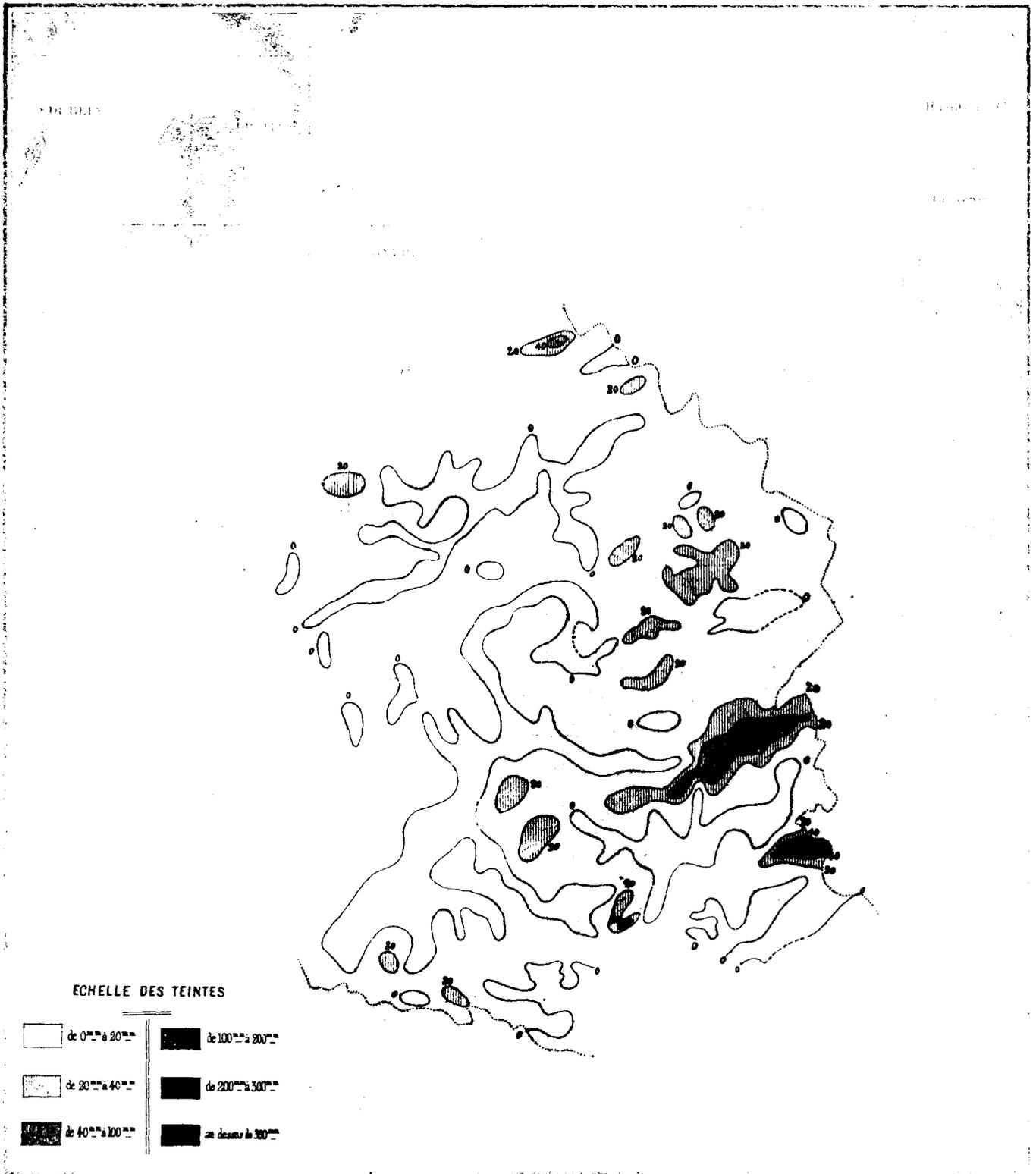
A. 19.



Bureau central météorologique de France.

# PLUIES DU 29 AOÛT 1878.

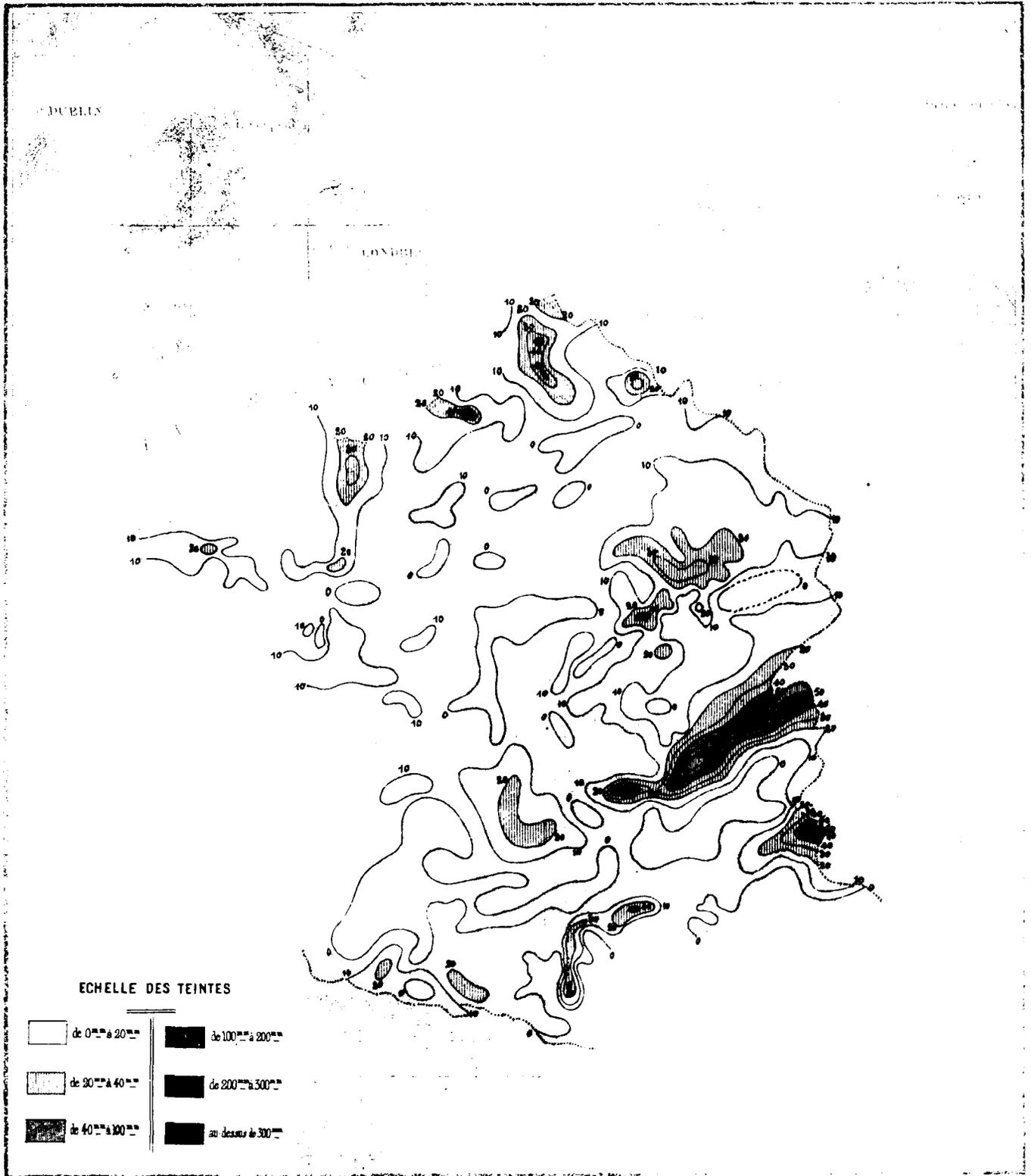
A. 13.



Bureau central météorologique de France.

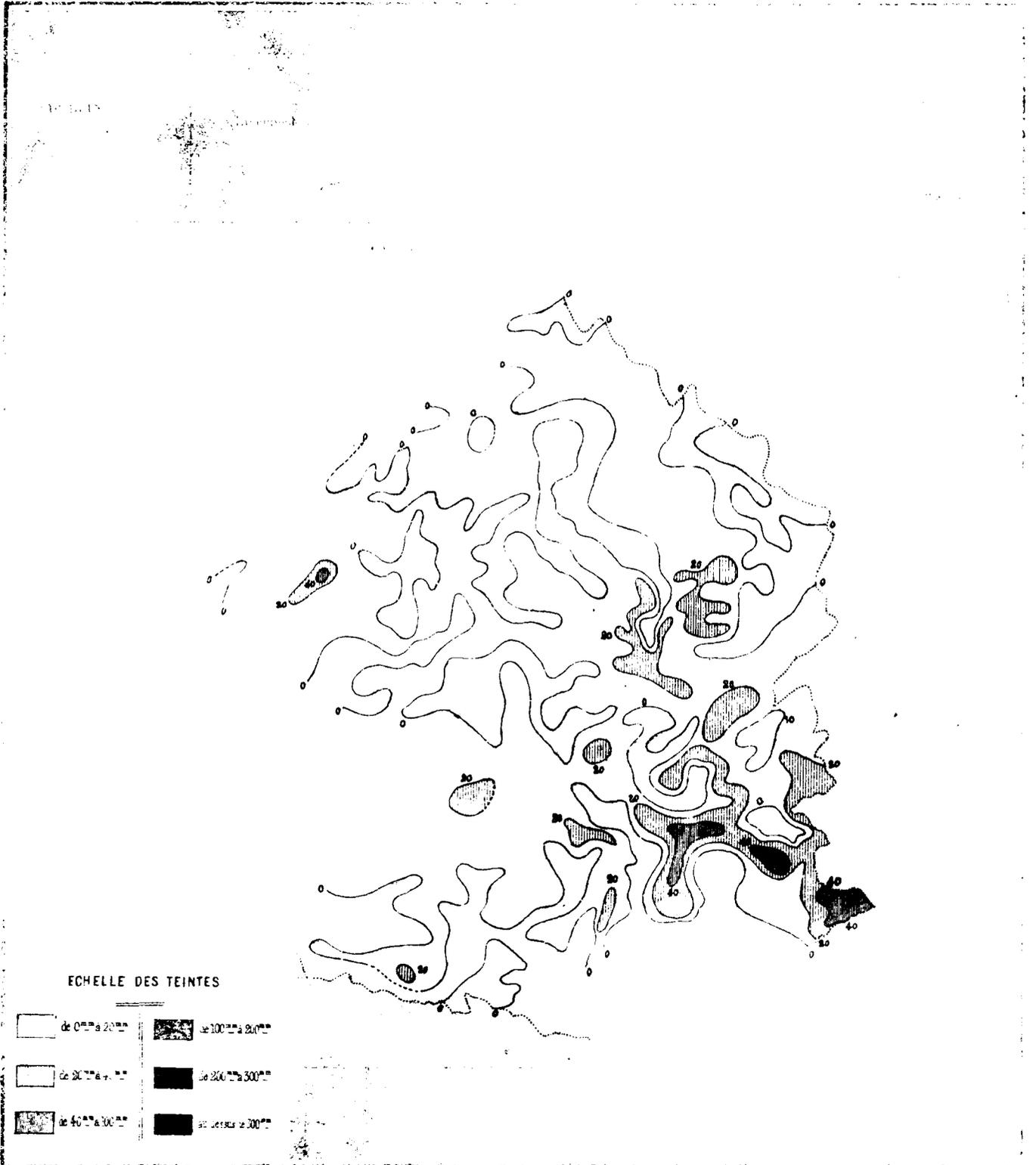
# PLUIES DES 29 et 30 AOÛT 1878.

A. 14.



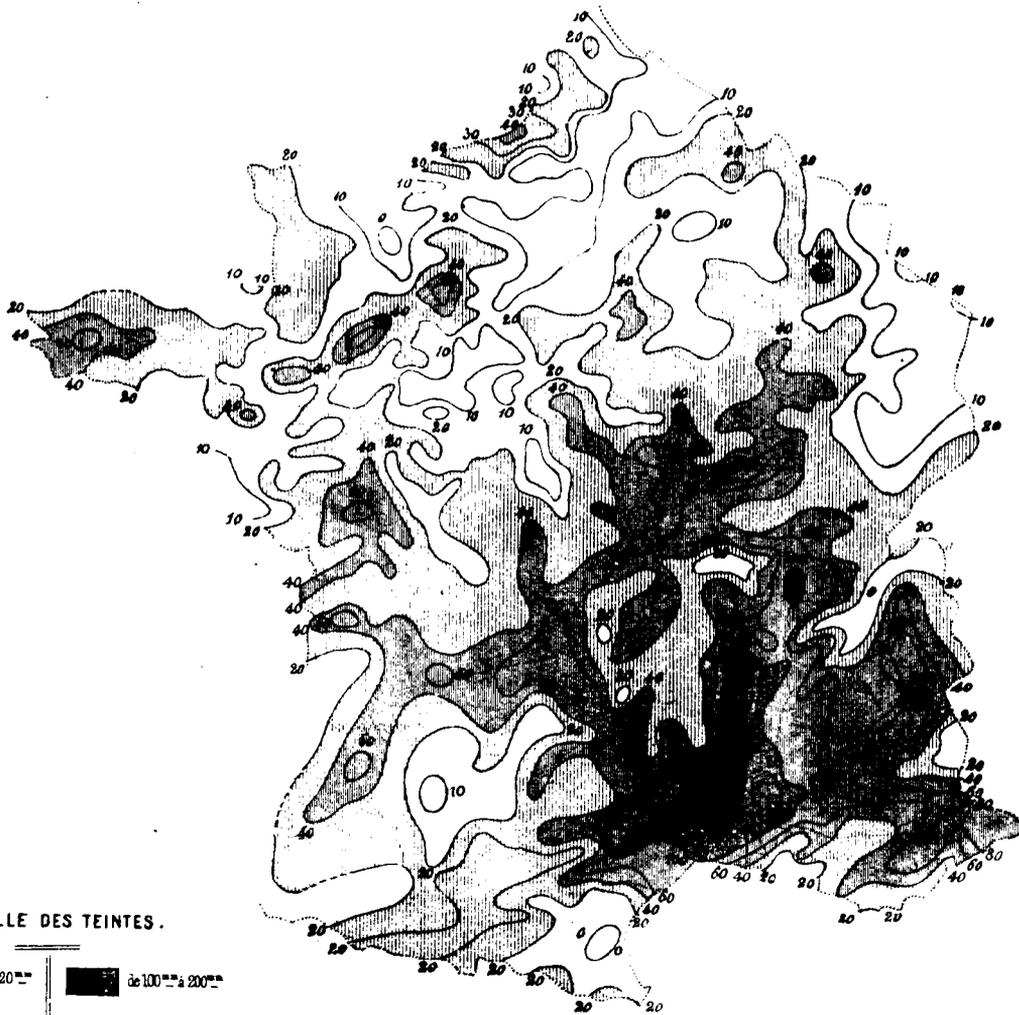
Bureau central météorologique de France.

# PLUIES DU 8 OCTOBRE 1878.



# PLUIES DU 6 au 10 OCTOBRE 1878.

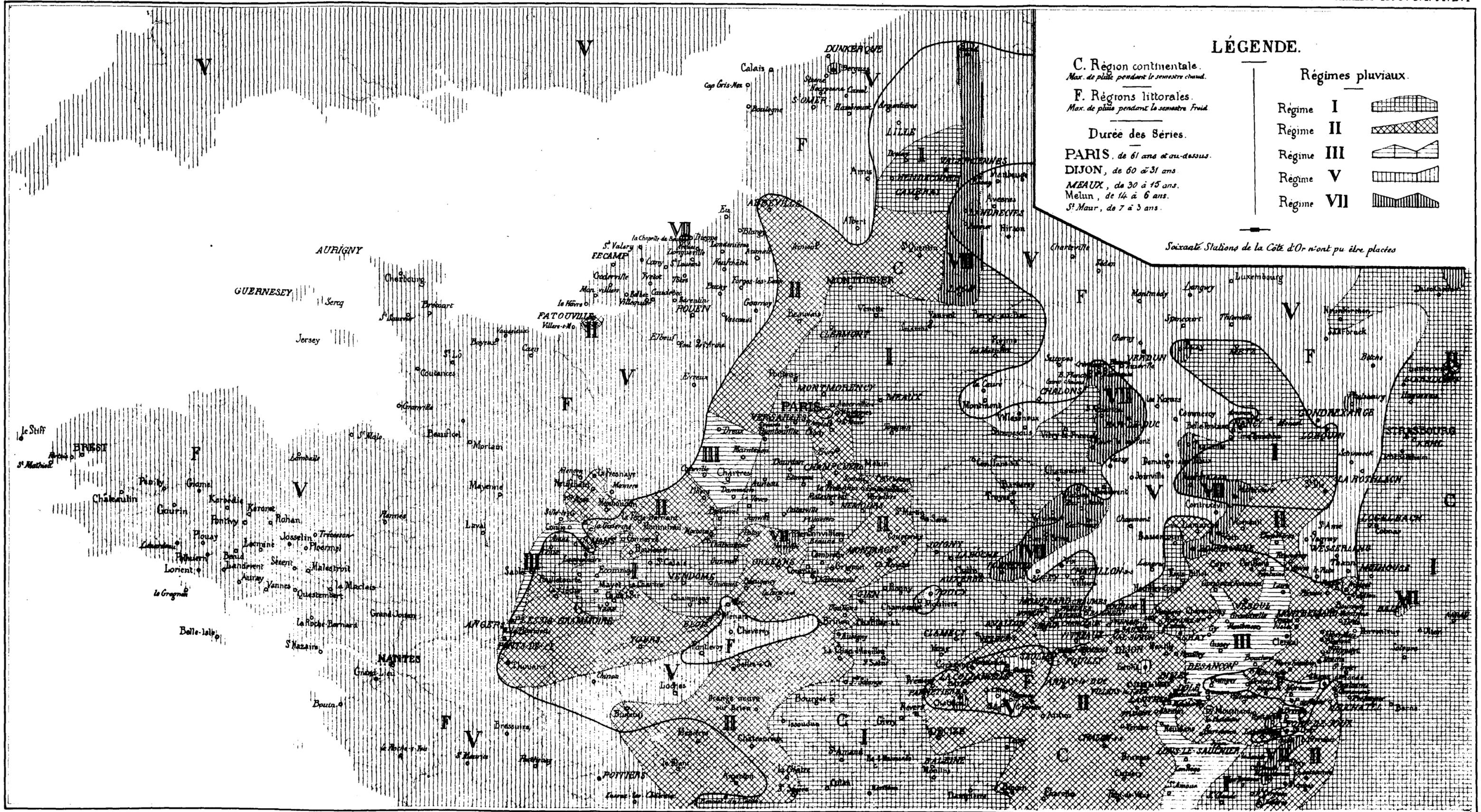
A 16.



ECHELLE DES TEINTES.

	de 0 <sup>mm</sup> à 20 <sup>mm</sup>		de 100 <sup>mm</sup> à 200 <sup>mm</sup>
	de 20 <sup>mm</sup> à 40 <sup>mm</sup>		de 200 <sup>mm</sup> à 300 <sup>mm</sup>
	de 40 <sup>mm</sup> à 100 <sup>mm</sup>		au dessus de 300 <sup>mm</sup>

Bureau central météorologique de France.



**LÉGENDE.**

C. Région continentale.  
Max. de pluie pendant le semestre chaud.

F. Régions littorales.  
Max. de pluie pendant le semestre froid.

Durée des Séries.

PARIS, de 61 ans et au-dessus.  
DIJON, de 60 à 31 ans.  
MEAUX, de 30 à 15 ans.  
Melun, de 14 à 6 ans.  
St. Maur, de 7 à 3 ans.

Régime I

Régime II

Régime III

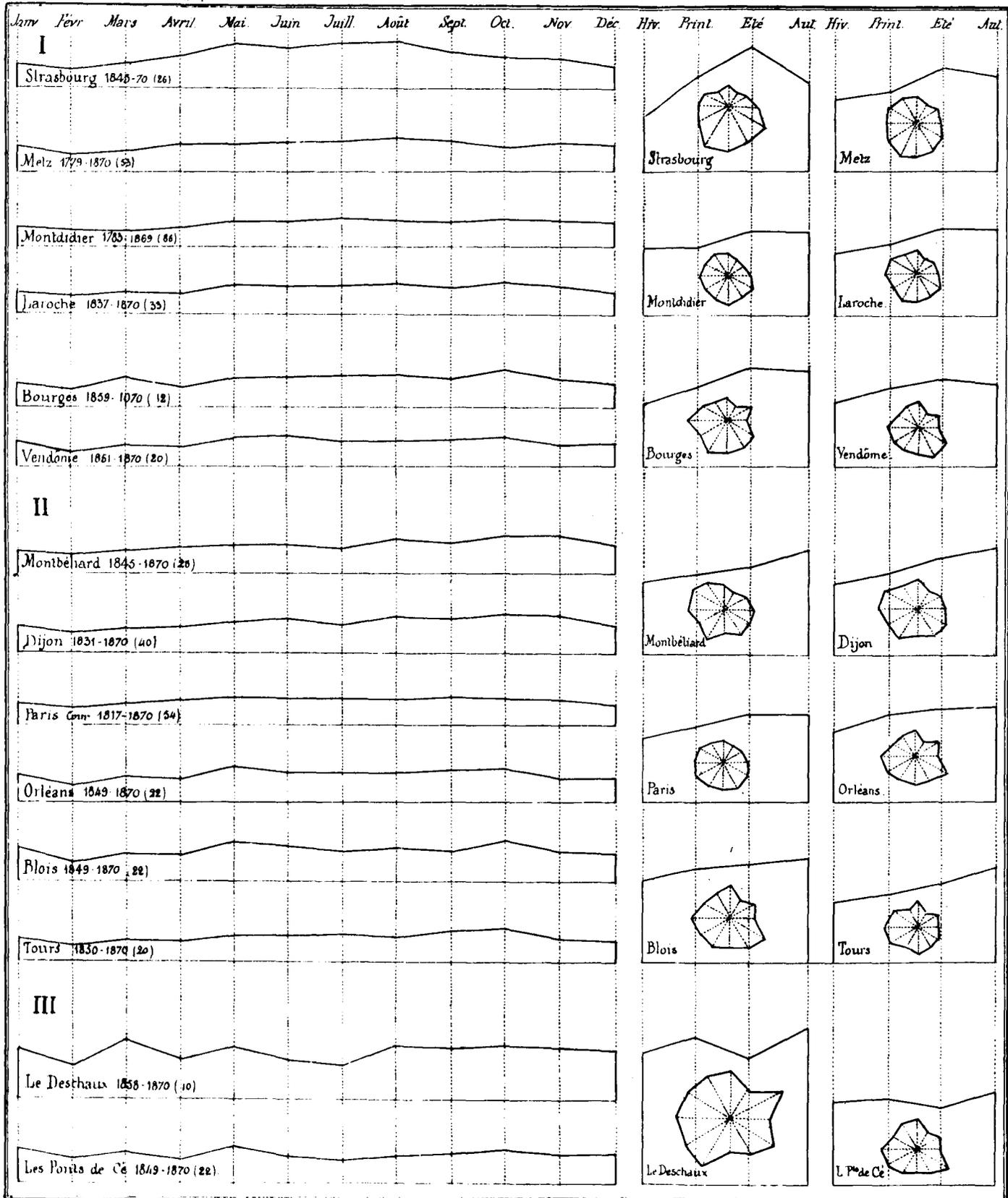
Régime V

Régime VII

Soixante Stations de la Côte d'Or n'ont pu être placées

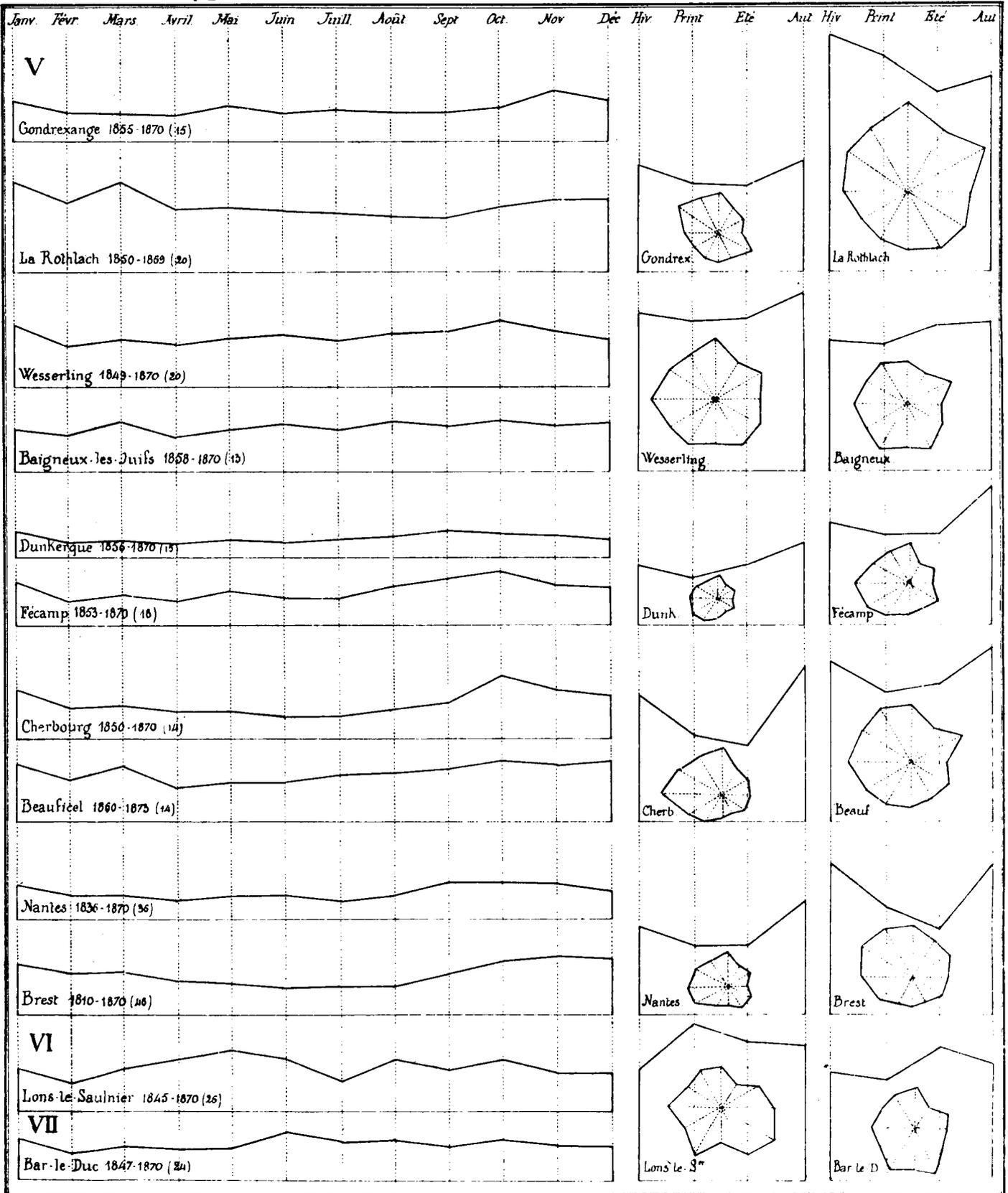
# RÉGIME DES PLUIES EN FRANCE

Par M. V. RAULIN



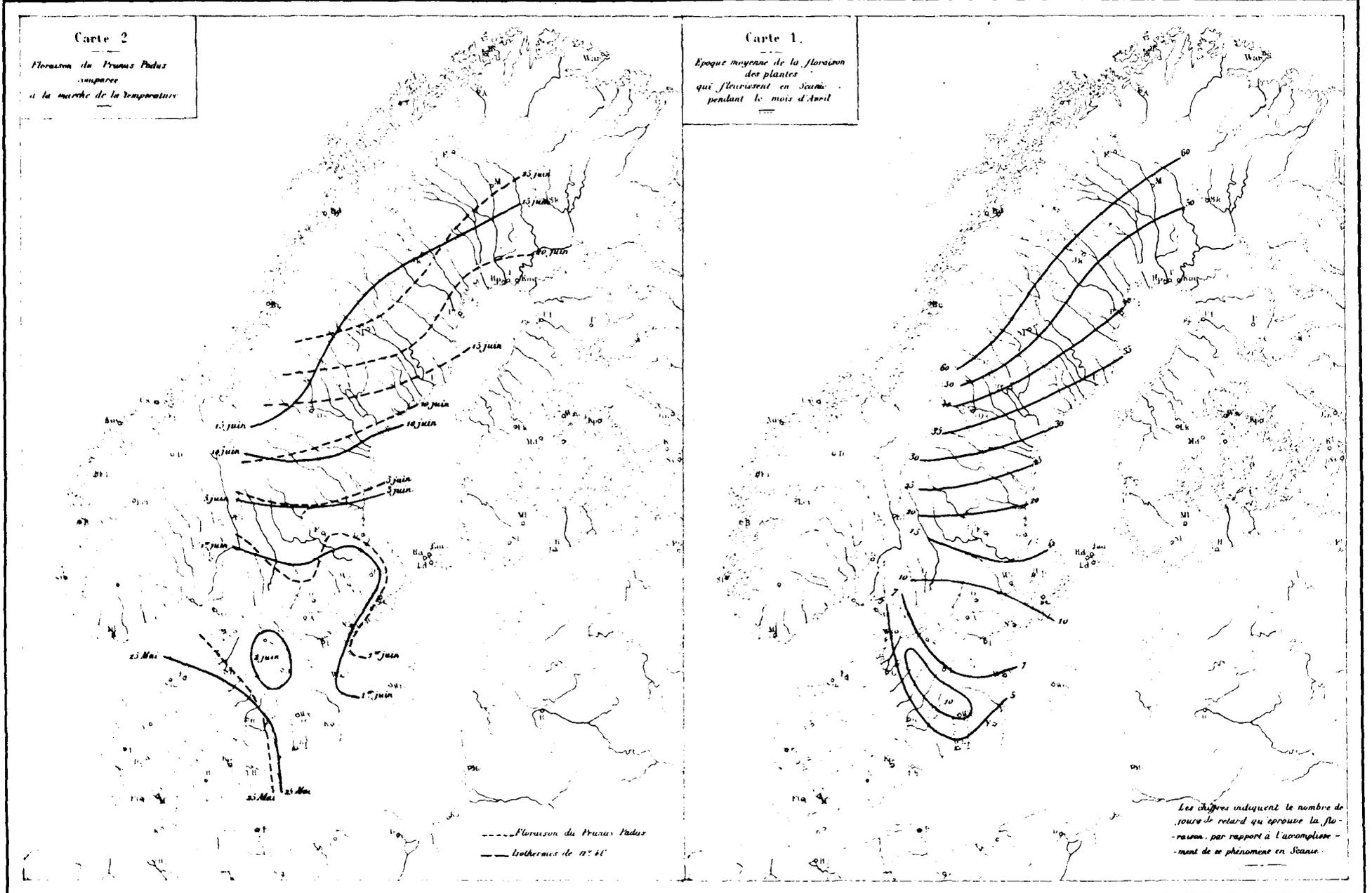
## RÉGIME DES PLUIES EN FRANCE

Par M. V. RAULIN.



## RÉGIME DES PLUIES EN FRANCE

Par M. V. RAULIN.



PHÉNOMÈNES PÉRIODIQUES DE LA VÉGÉTATION EN SUÈDE  
 PAR M<sup>C</sup> CH. FLAHAULT

---

# TABLE DES MATIÈRES.

---

## T E X T E.

	Pages.
INTRODUCTION.....	v
RAPPORT lu le 1 <sup>er</sup> avril 1880, à la deuxième séance générale du Conseil du Bureau central, par M. le Président du Conseil.....	vii
ÉTUDE DES ORAGES EN FRANCE.	
Résumé des orages en France et de l'état de l'atmosphère pendant l'année 1878, par M. FROX.....	A. 1
Rapport sur les orages de l'année 1878 dans le sud-ouest de la France, par M. LESPIAULT.....	A. 23
Rapport sur les orages de l'année 1878 dans le département de l'Allier, par M. A. DE PONS.....	A. 33
Rapport sur les orages de l'année 1878 dans le département du Puy-de-Dôme, par M. PLUMANDON.....	A. 37
MÉMOIRES DIVERS.	
Températures du sol et de l'air observées au Muséum d'Histoire naturelle pendant l'année 1878, par MM. Edmond et Henri BECQUEREL.....	B. 1
Sur les observations pluviométriques faites dans la Neustrie (plaine de la France septentrionale) de 1688 à 1870, par M. V. RAULIN.....	B. 13
Les phénomènes périodiques de la végétation, d'après les travaux des météorologistes scandinaves, par M. Ch. FLAHAULT.....	B. 39
L'Héliophotographie appliquée à la prévision du temps, par M. Ch.-V. ZENGER.....	B. 55
Tables pour calculer les hauteurs au moyen des observations barométriques, par M. Alfred ANGOT.....	B. 82
Le Verrier météorologiste, par M. L. BRAULT.....	B. 105

---

## P L A N C H E S.

ÉTUDE DES ORAGES EN FRANCE.	
Cartes générales des orages de l'année 1878 en France.....	A. 1 à A. 16
MÉMOIRES DIVERS.	
Carte et Planches relatives au Mémoire de M. V. RAULIN.....	B. 1 à B. 3
Cartes relatives au Mémoire de M. Ch. FLAHAULT.....	B. 4

FIN.